

Natuurlijk Sturen in Limburg

Dr. W.P. Vlakveld, M.J. Boele, MSc, dr. L.T. Aarts & ing. G. Schermers

R-2013-2

Natuurlijk Sturen in Limburg

Een kijkgedrag- en snelheidsonderzoek en een verkeerskundige analyse van twee aangepaste wegen

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2013-2
Titel:	Natuurlijk Sturen in Limburg
Ondertitel:	Een kijkgedrag- en snelheidsonderzoek en een verkeerskundige analyse van twee aangepaste wegen
Auteur(s):	Dr. W.P. Vlakveld, M.J. Boele, MSc, dr. L.T. Aarts & ing. G. Schermers
Projectleider:	Dr. L.T. Aarts
Projectnummer SWOV:	C04.10
Kenmerk opdrachtgever:	2011/30697 61296
Opdrachtgever:	Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Limburg ROVL
Trefwoord(en):	Traffic; safety; accident prevention; road user; behaviour; speed limit; evaluation (assessment); layout; attention; region; Limburg; Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	'Natuurlijk Sturen' is de benaming voor de inzet van 'natuurlijke' maatregelen en gebiedseigen kenmerken om de beleving en het gedrag van de weggebruiker, en daarmee ook de verkeersveiligheid positief te beïnvloeden. In feite gaat het om 'omgevings- en gebiedsgericht verkeerstechnisch ontwerpen'. De provincie Limburg heeft in een praktijkproef twee locaties uitgerust met Natuurlijk Sturen-maatregelen. De SWOV is gevraagd om deze praktijkproef te evalueren; dit rapport doet verslag van deze evaluatie.
Aantal pagina's:	66 + 19
Prijs:	€ 15,-
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2013

De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is echter alleen toegestaan met bronvermelding.

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Samenvatting

Natuurlijk Sturen

In de voortdurende zoektocht naar infrastructurele maatregelen om de verkeersveiligheid verder te verbeteren, is in een aantal regio's de interesse gegroeid om meer 'natuurlijke' maatregelen en gebiedseigen kenmerken in te zetten. Van deze natuurlijke maatregelen wordt verwacht dat ze een positieve invloed hebben op de beleving en het gedrag van de weggebruiker, en daarmee ook op de verkeersveiligheid: 'Natuurlijk Sturen'. In feite gaat het om 'omgevings- en gebiedsgericht verkeerstechnisch ontwerpen'.

Proef in Limburg

Ook het Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Limburg (ROVL) en de provincie Limburg zijn geïnteresseerd in de mogelijkheden van Natuurlijk Sturen. Om ervaring op te doen met deze betrekkelijk nieuwe aanpak, zijn twee locaties in Limburg uitgerust met Natuurlijk Sturen-maatregelen. Het betreft de volgende locaties.

- De N281 tussen Baneheide en Nijswiller (80 km/uur), waar schuin geplaatste hagen langs de wegwand vlak voor zijwegen zijn aangebracht. Ook zijn kruispunten met bomen gemarkeerd.
- De Dorpsstraat in Slenaken (50 en 60 km/uur; gemeente Gulpen-Wittem). Hier zijn buiten de bebouwde kom rode fietsstroken aangebracht. Bij de overgang naar de bebouwde kom en bij een andere aandachtslocatie, zijn rode klinkervlakken dwars over de weg geplaatst. Ook zijn er hagen langs de weg aangebracht.

Locatiekeuze en snelheidsgedrag

De twee locaties zijn onder meer gekozen omdat een deel van het verkeer er volgens de provincie (te) hard rijdt. Uit snelheidsmetingen die vlak voor invoering van de maatregelen zijn uitgevoerd, blijkt het volgende.

- Op de N281 – op de drie meetpunten richting de kruising met de N278 – bedraagt het aandeel overtredende personenauto's respectievelijk circa 20%, ruim 10% en vlak voor de rotonde enkele procenten. Overtredingspercentages van zwaarder verkeer liggen lager. Van de overtredende personenauto's rijdt 60% maximaal 5 km/uur boven de limiet; ongeveer een kwart rijdt tussen de 5 en 10 km/uur te hard. Eén op de honderd gecontroleerde personenauto's reed meer dan 25 km/uur harder dan daar is toegestaan.
- Uit metingen in de Dorpsstraat te Slenaken, bij de scherpe bocht aan de oostelijke zijde van het dorp, blijkt dat maar een klein aandeel van het verkeer daar de snelheidslimiet overtreedt. Dat ligt anders voor de rest van de weg, die veel rechter is. Op de meeste meetpunten bleek meer dan de helft van het verkeer de snelheidslimiet te overschrijden. Ook hier blijft het merendeel van de snelheidsovertredingen binnen 5 km/uur boven de limiet. Circa 25% tot 30% rijdt tussen de 5 km/uur en 10 km/uur boven de limiet.

Het huidige onderzoek

Volgens het ROVL zijn er nog veel vragen over de betekenis van de interactie tussen de inrichting van de omgeving en het waarnemingsproces van de weggebruiker. Daarom heeft het ROVL gekozen voor de hierboven genoemde praktijkproef met Natuurlijk Sturen. Vervolgens heeft het ROVL aan de SWOV gevraagd om deze proef te evalueren. De vraag daarbij was of deze nieuwe aanpak van weginrichting en gedragsbeïnvloeding inderdaad werkt, onder welke voorwaarden deze verder uitgezet kan worden en wat mogelijke neveneffecten zijn. In overleg met de SWOV is gekozen voor een onderzoek naar het kijkgedrag van weggebruikers, een snelheidsonderzoek en een verkeerskundige analyse.

Deze studie start met een theoretische verkenning van relevante onderwerpen op basis van literatuur. Zo gaan we onder meer in op oogbewegingen en -fixaties als maat voor aandacht, op waarnemingen en op de invloed van omgevingselementen op verwachtingen, beleving en gedrag. Daarbij wordt een link gelegd met concepten en elementen uit Natuurlijk Sturen, herkenbare vormgeving en geloofwaardige snelheidslimieten. Ook wordt een eerste toetsing uitgevoerd van de geformuleerde verwachtingen. Deels kan hiervoor ondersteuning worden gevonden in de literatuur (rode fietsstroken roepen de verwachting van fietsers op), maar deels ook niet (hagen leiden niet tot lagere snelheden). Enkele onderwerpen, zoals rode klinkervlakken, zijn nog niet (voldoende) onderzocht.

Kijkgedragonderzoek

Om in kaart te brengen welke effecten de Natuurlijk Sturen-maatregelen hebben op aandachtsprocessen (een deel van het totale effect), heeft de SWOV eerst een oogbewegingenonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is uitgevoerd in een laboratoriumomgeving, omdat het met de beschikbare middelen niet mogelijk is om dit adequaat in het veld te doen. Deelnemers aan het onderzoek keken naar zo realistisch mogelijk nagemaakte animatiefilmpjes van de twee Limburgse locaties, zowel in de oorspronkelijke situatie (voorsituatie) als in de situatie met Natuurlijk Sturen-maatregelen (nasituatie). De filmpjes waren zo gemaakt dat het leek alsof de deelnemers zelf een auto bestuurden. Daarbij konden ze alleen door de 'voorruit' kijken. Uit het onderzoek is gebleken dat de bomen en hagen in de situatie op de N281, geen invloed hadden op het kijkgedrag. De rode fietsstroken bleken ertoe te leiden dat automobilisten de omgeving minder breed scannen. De rode klinkervlakken bleken verschillende effecten te hebben. Het betreffende effect was afhankelijk van de locatie. Bij een boerderij langs de weg bleek dat de deelnemers bij een rood klinkervlak meer in de richting van de boerderij keken. Bij komovergangen bleek niet dat ze breder de omgeving scanden als de komovergang voorzien was van rode klinkervlakken.

Snelheidsonderzoek

Een ander deel van deze studie was een snelheidsonderzoek. Aanvankelijk was het de bedoeling om het snelheidsonderzoek uit te voeren met daadwerkelijke snelheidsmetingen op de weg. Metingen in de voorsituatie zouden dan vergeleken worden met de nasituatie. Omdat met name de aangeplante

hagen nog onvoldoende volgroeid bleken, is vooralsnog afgezien van de nameting en zijn alleen de resultaten van de voormeting gerapporteerd.

Tijdens het kijkgedragonderzoek is wel het door de deelnemers ervaren comfort gemeten. Dit kan als indicatie worden gezien voor uiteindelijk snelheidsgedrag, omdat bestuurders vaak hun snelheid reduceren als ze een situatie op de weg niet meer als comfortabel ervaren, bijvoorbeeld omdat de omgeving te veel 'op hen afkomt'. In dit onderzoek werd echter geen enkel effect gevonden op de neiging tot vertragen. In de literatuur was hiervoor overigens al weinig evidentie gevonden.

Verkeerskundige analyse

Naast het kijkgedrag- en snelheidsonderzoek, heeft de SWOV een verkeerskundige analyse uitgevoerd. Hierin is met name gekeken naar de vraag in hoeverre de situatie voldoet aan de vigerende richtlijnen zoals verzocht door het ROVL. Ook is er een inschatting gemaakt van de mogelijke verkeersveiligheidseffecten van de maatregelen in hun context. Dit laatste is immers een belangrijk uitgangspunt van Natuurlijk Sturen. Daarbij zijn dus niet alleen de Natuurlijk Sturen-maatregelen in ogenschouw genomen, maar het totaalbeeld van de situatie voor en na het aanbrengen van de maatregelen. De hagen en bomen langs de N281 worden ingeschat als minder wenselijk, omdat ze het zicht op kruispunten en fietsers ontnemen. Tevens kunnen de bomen als botsobstakel fungeren en de bomen en hagen het verkeer meer naar het midden van de weg drijven.

In Slenaken zijn hoge snelheden te verwachten vanwege het (zelfs met fietsstroken) brede dwarsprofiel van de Dorpsstraat. Ook het ontbreken van snelheidsreducerende maatregelen, werkt (ook met rode klinkervlakken) hogere snelheden dan wenselijk in de hand. Wel kunnen de rode fietsstroken leiden tot meer aandacht voor fietsverkeer als dit er ook daadwerkelijk is. Ook is de analyse kritisch over het benadrukken van de komovergangen, aangezien het wegtype en de snelheidslimiet wel veranderen, maar het wegprofiel niet of nauwelijks. De inrichting van de weg binnen Slenaken voldoet bovendien niet aan een aantal ontwerprijlijnen voor gebiedsontsluitingswegen met een 50km/uur-limiet (GOW50) (zoals de middenas en voetgangeroversteekplaatsen).

Samenvatting van de resultaten per element

Hagen

Hagen (recht of schuin geplaatst) langs de weg bleken in dit onderzoek geen neiging tot vertragen op te roepen.

Bomen

Markering van kruispunten door bomen bleek in dit onderzoek geen neiging tot vertraging op te roepen. Ook trokken bomen niet speciaal de aandacht.

Rode fietsstroken

Rode fietsstroken bleken in dit onderzoek geen neiging tot vertragen op te roepen. Wel bleken rode fietsstroken in dit onderzoek op sommige plaatsen de blik te versmallen.

Rode klinkervlakken

Rode klinkervlakken op de weg bleken in dit onderzoek verschillende effecten te hebben op het kijkgedrag, afhankelijk van elementen op de weg (aanwezigheid rode fietsstroken → breedte van de blik) en langs de weg (boerderij buiten de bebouwde kom → trekt de aandacht).

Samenvatting van de antwoorden op de overige vragen van het ROVL

1. Wat is het effect van de maatregelen op het ongevalbeeld, de snelheid en het overige (verkeers)gedrag?

De periode van de nasituatie was te kort, en de omvang van de twee gebieden te klein, om na te gaan of de maatregelen een effect op ongevallen hadden. Dit is dan ook niet onderzocht. Wel kan iets worden gezegd over het te verwachten effect van de aangebrachte maatregelen op (gevaarlijk) gedrag. Op basis van dit onderzoek zijn geen aanwijzingen gevonden dat de aangebrachte maatregelen veel zullen bijdragen aan snelheidsreductie. De rode vlakken blijken in sommige gevallen (in dit geval de boerderij buiten Slenaken) wel de aandacht van weggebruikers te trekken. Het is wel raadzaam om te onderzoeken hoe mogelijke negatieve effecten voorkomen kunnen worden, met name op de N281, waar fietsers en verkeer uit zijwegen minder goed zichtbaar zijn geworden.

2. Zijn de maatregelen duidelijk en begrijpt de weggebruikers de bedoeling?

Uit eerder onderzoek blijkt dat de rode fietsstroken (zeker als daar geregeld fietsers zijn) herkenbaar zijn voor weggebruikers als een plaats waar men fietsers kan verwachten.

Bomen worden door weggebruikers niet zonder meer geassocieerd met de aanwezigheid van kruispunten. Bomen kunnen eventueel wel met het verloop van de weg worden geassocieerd. Een voorwaarde is dan wel dat zij niet worden verstopt in de rest van het landschap. In het huidige onderzoek bleken de bomen niet de aandacht te trekken.

3. Treden er (ongewenste) neveneffecten op, en welke zijn dat dan?

De verkeerskundige analyse duidt op het ongewenste neveneffect van de bomen en hagen langs de N281. Naar verwachting maken deze fietsers langs de weg en verkeer uit de zijwegen minder goed zichtbaar. In Slenaken is het voor automobilisten mogelijk nog steeds onvoldoende duidelijk wanneer men binnen of buiten de bebouwde kom rijdt. Het wegbeeld wijzigt namelijk niet. Het rode klinkervlak bij de boerderij bleek in dit onderzoek tot meer aandacht voor de boerderij te leiden.

4. Ontstaan er conflicten met de geldende maatregelen en richtlijnen, en zijn deze conflicten toelaatbaar voor de verkeersveiligheid en duidelijkheid naar de weggebruiker?

Vanuit de verkeerskundige analyse zijn enkele aandachtspunten geformuleerd voor de huidige situatie ten opzichte van de vigerende richtlijnen. Een voorbeeld hiervan is het ontbreken van oversteekvoorzieningen in Slenaken. Een ander aandachtspunt is het gebruik van rode fietsstroken op een erftoegangsweg met een 60km/uur-limiet (ETW60) als hier een lage fietsintensiteit is. Een derde aandachtspunt is de obstakelvrije afstand door het plaatsen van bomen dicht langs de N281.

5. *Hoe kunnen we het beste omgaan met afwijkende materiaalkeuze en kleurgebruik, zodat dit maximaal effect sorteert en zo min mogelijk ongewenste effecten heeft?*

Natuurlijke materialen gaan over het algemeen meer op in het landschap. Ze zullen daardoor minder specifiek de aandacht trekken of als signaal fungeren om de aandacht op iets specifieks in het verkeer te richten.

Rode fietsstroken en rode klinkervlakken zijn, mits in de juiste situaties en met de juiste dosering toegepast, wel elementen die de aandacht kunnen leiden. Door de rode fietsstroken gingen deelnemers minder breed scannen; door deze stroken werd de weg vermoedelijk als smaller ervaren. Het rode klinkervlak bij de boerderij buiten Slenaken trok de aandacht naar dit omgevingselement

Eerder onderzoek laat zien dat, behalve aan het gebruik van rode attentievlakken, ook nog gedacht kan worden aan het gebruik van ruw wegoppervlak en fysieke verhogingen om de rijnsnelheid te matigen.

Vanuit de verkeerskundige analyse wordt het raadzaam geacht om, met name bij overgangen, niet alleen met kleur en afwijkende materialen de overgang zelf aan te geven, maar de overgang ook in het daaropvolgende wegprofiel door te trekken. Bij een lagere snelheidslimiet kan de weg dit beeld ondersteunen door een smaller dwarsprofiel.

6. *Kan deze werkwijze overal worden toegepast, zoals in verblijfsruimtes en verkeersruimtes, of is dit snelheidsafhankelijk?*

In dit onderzoek is onvoldoende bewijs gevonden dat het raadzaam is om de maatregelen op de N281 ook toe te passen op andere gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom. Er is eerder evidentie gevonden dat deze specifieke Natuurlijk Sturen-maatregelen vermeden moeten worden, zeker op wegen met een hogere snelheidslimiet.

De maatregelen bij Slenaken kunnen met een aantal aanpassingen en aanvullingen wel verder worden toegepast op vergelijkbare wegen. Wel wordt aanbevolen dit vooraf te laten gaan door een goede verkeerskundige analyse.

Tot slot

Uit theoretische beschouwingen en uit eerder onderzoek blijkt dat Natuurlijk Sturen-maatregelen kunnen bijdragen aan de geloofwaardigheid van snelheidslimieten. Via die weg kunnen ze ook op een natuurlijke wijze de herkenbaarheid van wegen ten goede komen. Er zijn veel mogelijkheden om dit verder uit te werken. De maatregelen die in dit rapport worden geëvalueerd, zijn daar voorbeelden van.

Dit onderzoek laat zien dat het belangrijk is om de effecten van nieuwe maatregelen te evalueren, om zo te achterhalen of daarmee de goede (= veilige) weg bewandeld wordt of dat het nodig is om bij te sturen. Daarbij is het aan te bevelen om te beginnen met een goede probleemanalyse. Wat zijn de aard en oorzaak van een probleem, en welke maatregelen kunnen bijdragen aan een oplossing van dat probleem? Oplossingen kunnen liggen in meer traditionele maatregelen, maar mogelijk ook in nieuwe initiatieven. Uit een evaluatie zal dan moeten blijken welke effecten deze nieuwe maatregelen hebben.

Het blijkt nog niet zo eenvoudig om met maatregelen daadwerkelijk gewenste effecten te sorteren. Het vergaren en gebruiken van kennis over effecten van maatregelen, kan bijdragen aan evenwichtige en effectieve beleidskeuzen.

Summary

Natural traffic calming in the Dutch Province of Limburg; Pilot study of two adapted roads

Natural traffic calming

The continuous search for infrastructural measures to further improve road safety motivated and stimulated a number of regions to use more 'natural' measures and territorial characteristics. These natural measures are expected to have a positive influence on the perception and behaviour of the road user, and, consequently, also on road safety: 'natural traffic calming'. This actually involves 'environmental and territorial traffic engineering design'.

Pilot study in the Province of Limburg

The Regional Road Traffic Safety Authority Limburg (ROVL) as well as the Province of Limburg is interested in the possibilities of Natural traffic calming. To gain experience with this relatively new approach, natural traffic calming measures have been implemented at two locations in the Province of Limburg:

- The provincial road N281 between the towns of Baneheide and Nijswiller (80 km/h); here hedges were placed diagonally along the roadside just before side roads. In addition, intersections were marked with trees.
- The 'Dorpsstraat' in the town of Slenaken (50 and 60 km/h; municipality Gulpen-Wittem). Red bicycle lanes were applied to the non-urban road section. At the transition from rural to urban and at one other location requiring attention, red brick strips were applied transversely across the road surface. Hedges were also placed along the roadside.

Choice of location and speed behaviour

One of the reasons that these two locations were selected, was that, according to the province, part of the traffic drives (too) fast at these locations. Speed measurements that were carried out just before the measures were implemented, indicate the following:

- On the N281 – at the three measuring points seen in the direction towards the intersection with the N278 – the share of offending passenger cars amount to respectively approximately 20%, more than 10% and a few percentage points just before the roundabout. The percentages of offenders are lower for heavier traffic. Sixty per cent of the offending passenger cars drive a maximum of 5 km/h above the speed limit; about a quarter drive between 5 and 10 km/h too fast. One in a hundred of the passenger cars that were checked broke the local speed limit by more than 25 km/h.
- The measurements in the Dorpsstraat in Slenaken, at the sharp bend at the eastern side of the town, indicate that only a small proportion of the traffic breaks the speed limit at that location. This is in contrast with the other sections of that road, which are much straighter: at most measuring points more than half the traffic was found to break the speed limit. The majority of the offences also remained within the 5 km/h above the limit. Approximately 25% to 30% break the limit by between 5 km/h and 10 km/h.

The present pilot study

According to ROVL many questions are unanswered about the importance of the interaction between the layout of the environment and the road user's perception process. For this reason ROVL embarked on a pilot study. ROVL asked SWOV to evaluate the results on the two locations. The leading question was whether this new approach towards road infrastructure and behavioural influence is indeed effective, under which conditions the approach can be continued, and what possible side-effects are to be expected. In consultation with SWOV, the choice was made to carry out an eye-tracking study, a speed study, and a traffic engineering analysis.

The present study starts with a theoretical exploration of relevant issues that are found in literature. We will, among others, look at eye movement and fixation behaviour as a measure of attention, at observations, and at the influence of environmental elements on expectations, perception and behaviour. This process will be linked to concepts and elements from natural traffic calming, the predictability principle of road design, and credible speed limits. Based on the findings in literature, a first testing of the formulated expectations can be carried out. Confirmation can for some part be found in the literature (red bicycle lanes elicit the expectation of cyclists being present), but for another part it cannot (hedges do not lead to lower speeds). Some issues, like red brick strips, have as yet not been studied sufficiently.

Study into viewing behaviour

To make clear which effects the natural traffic calming measures have on attention processes (part of the total effect), SWOV first carried out an eye-tracking study. This was done in a laboratory environment, as with the available means this cannot adequately be done in practice.

Participants in the study viewed animated films of the two locations in the Province of Limburg, both in the original situation (before) and in the situation with natural traffic calming measures (after). The conditions presented by the films were as realistic as possible. The films were made in such a way that the participants themselves seemed to actually drive a car. In doing so, they could only look through the front window. The study indicated that at the location on the N281, the trees and hedges did not have an influence on the viewing behaviour. The red bicycle lanes were found to lead to drivers using a narrower scope to scan the environment. The red brick strips appeared to have different effects; the effect depended on the location. When crossing the red brick strip where a farm was situated alongside the road, the participants were found to look more in the direction of the farm. At transitions between rural and urban sections, participants were not found to use a wider field of view if the transition was marked with red brick strips.

Speed study

Another part of this research project was a speed study. Initially the intention was to carry out the speed study by making use of actual speed measurements on the road concerned. Before-measurements were then to be compared with the after-measurements. Particularly because the hedges that were planted were found to still be insufficiently grown, the after-

measurement has for the time being been postponed and only the results of the before measurements are reported.

The eye tracking study was combined with a study into the comfort experienced by the participants. This can be seen as an indication for the actual speed driven, because drivers often reduce their speed if they no longer experience a road situation as being comfortable. This can, for example, be the case when the environment is experienced to close in on them. However, the present study found no effect whatsoever on the tendency to slow down. It must also be noted that beforehand very little evidence was found in the literature studied.

Traffic engineering analysis

In addition to the eyetracking study and the comfort study, SWOV carried out a traffic engineering analysis. The analysis mainly looked into the extent to which the situation is in agreement with the current guidelines as laid down by the ROVL; the possible road safety effects in this context were also estimated, as this is an important natural traffic calming principle. Therefore, the analysis not only looked at the natural traffic calming measures, but considered the overall picture before and after the measures were applied. The hedges and trees alongside the N281 were judged to be less desirable, as they obstruct the view at intersections and cyclists. Furthermore, the trees can also be crash objects and trees and hedges can push the traffic more to the middle of the road.

In Slenaken, high speeds are likely due to the wide cross-sectional profile of the Dorpsstraat (even including the bicycle lanes). In addition, the absence of speed reducing measures also lead to higher speeds than desirable; this is also the case for red brick strips. The red bicycle lanes, however, can evoke more attention for bicycle traffic, if bicycles are indeed present. The analysis is also critical of drawing attention to the rural-urban transitions as road type and speed limit change, but the road profile barely changes, or not at all. Furthermore, the urban road layout in Slenaken does not conform to a number of design guidelines for distributor roads with a 50km/h limit (GOW50) (e.g. centre line and pedestrian crossings).

Summary of the results per element

Hedges

According to this pilot, hedges, (placed at right angles or diagonally) alongside the road did not evoke any inclination to reduce speed.

Trees

According to this pilot, marking intersections with trees did not evoke any inclination to reduce speed. Nor did the trees draw any extra attention.

Red bicycle lanes

According to this pilot, red bicycle lanes did not evoke any inclination to reduce speed. At some locations, however, red bicycle lanes were found to narrow the view.

Red brick strips

According to this pilot, red brick strips across the road had different effects on viewing behaviour, depending on road elements (presence of red bicycle lanes → width of field of view) and elements alongside the road (farm in rural area → draws the attention).

Summary of the answers to the other questions of ROVL

1. What is the effect of the measures on crashes, speed, and other (traffic) behaviour?

The after period was too brief, and the size of the two areas too small, to find out whether the measures had an effect on road crashes. Therefore, this has not been investigated. Something can be said, however about the effect the applied measures are expected to have on (dangerous) behaviour. Based on the present pilotstudy, no indications were found that the measures that were applied will make a large contribution to speed reduction. The red brick strip, however, were sometimes found to draw road users' attention (in this case the farm outside Slenaken). It is indeed advisable to investigate how possible negative effects can be prevented, in particular on the N281, where cyclists and traffic from side roads have become less visible.

2. Are the measures clear and does the road user understand their meaning?

Earlier research has indicated that the red bicycle lanes (certainly if cyclists are present frequently) are recognizable for road users as a place where cyclists can be expected.

Road users do not clearly associate trees with the presence of intersections. Trees may, on the other hand, be associated with the course of the road; the condition being that they are not hidden in the rest of the scenery. The present pilot study indicated that the trees did not attract the attention.

3. Do (unwanted) side-effects occur, and, if so, which?

The traffic engineering analysis indicates the unwanted side effect of the trees and hedges alongside the N281: they are expected to obstruct the view of cyclists on the road and traffic from side roads. In Slenaken, it is still insufficiently clear for drivers whether or not they are in an urban area; the road image remains the same when crossing the border from rural to urban (v.v.). In the present pilot study, the red brick strip near the farm was found to attract more attention to the farm.

4. Will there be conflicts with the current measures and guidelines, and are these conflicts acceptable in terms of road safety and clarity for the road user?

Based on the traffic engineering analysis some points of interest have been formulated for the present situation in connection with the current guidelines. For example, the lack of crossing facilities in Slenaken. Another point of interest is the use of red bicycle lanes on an access road with a 60km/h limit (ETW60) if the bicycle volume at that location is small. A third point of interest is the obstacle-free zone in relation with placing trees at a short distance from the N281.

5. *How can different materials and colours best be used so as to realize the maximum effect with the minimum of unwanted effects?*

Generally, natural materials blend into the scenery more than traditional traffic measures. Therefore, natural materials will less specifically draw the attention or act as a signal to focus the attention on a specific traffic issue.

Provided that they are applied in the correct situations and in the correct numbers, red bicycle lanes and red brick strips are indeed elements that can guide the attention. The red bicycle lanes led to participants scanning less wide; these lanes probably made the road look narrower. The red brick strip near the farm outside Slenaken attracted the attention to the farm.

Previous research indicates that, in addition to the use of red attention strips, use can be made of rough road surface and physical elevations to limit the driving speed.

Based on the traffic engineering analysis it is considered advisable to, particularly at transitions, not only use colours and different materials to indicate the transition itself, but to also continue the transition into the next road profile. At a lower speed limit, the road can support this image by a narrower cross-sectional profile.

6. *Can this method be applied at all locations, e.g. residential area and traffic space, or is it speed dependent?*

The present study found insufficient evidence to say it is wise to also apply the N281 measures to other rural distributor roads. Rather, evidence was found that *these* specific natural traffic calming measures should be avoided, especially on roads with a higher speed limit.

With some adaptations and additions, the measures that were taken in Slenaken could be applied to comparable roads. It is, however, recommended to first carry out a thorough traffic analysis.

Finally

Theoretical considerations and previous research indicate that natural traffic calming measures can contribute to the credibility of speed limits. This way they can also contribute to the predictability principle on roads in a natural manner. There are many possible ways to further detail this. The measures that are evaluated in the present pilot study are an illustration.

This pilot study shows that it is important to evaluate the effects of new measures to find out if the right (safe) course is being followed, or whether adaptations must be made. In addition, it is to be recommended that a sound problem analysis is made at the beginning of a project. What are the nature and the cause of a problem, and which measures can contribute towards a solution of the problem? Solutions may be found in more traditional measures, but possibly also in new initiatives. An evaluation will then have to show the effects of these new measures.

It is far from easy to use measures to attain the desired effects. Gathering knowledge about the effects of measures and applying it, can contribute to well-balanced and effective policy choices.

Inhoud

1. Inleiding	15
1.1. Natuurlijk Sturen	15
1.2. Aanleiding van dit onderzoek	15
1.3. Kenmerken van de gebieden	16
1.4. Doel van dit rapport en leeswijzer	20
2. Theoretische achtergrond	21
2.1. Wat is Natuurlijk Sturen?	21
2.2. Aandacht, kijkgedrag en processen in het brein tijdens het rijden	22
2.3. Waarnemen, beleven en processen in het brein bij Natuurlijk Sturen	25
2.4. Conclusies over ondersteuning voor de theorie van Natuurlijk Sturen	32
3. Het huidige onderzoek: evaluatie van twee proeflocaties in Limburg	34
3.1. Eerder geformuleerde verwachtingen bij de aangebrachte maatregelen op de proeflocaties in Limburg	34
3.2. Opzet van het huidige onderzoek	35
4. Methode	38
4.1. Weggebruikersonderzoek	38
4.2. Verkeerskundige analyse	41
5. Resultaten	43
5.1. Weggebruikersonderzoek	43
5.2. Verkeerskundige analyse	46
6. Conclusies, discussie en aanbevelingen	49
6.1. Algemene bevindingen	49
6.2. Discussie met betrekking tot de methode van onderzoek	53
6.3. Beantwoording van de vragen van de provincie Limburg en aanbevelingen	55
6.4. Tot slot	60
Literatuur	61
Bijlage A Foto's van voor- en nasituaties	67
Bijlage B Snelheden in voor- en nasituaties	72
Bijlage C Animaties in voor- en nasituaties	75
Bijlage D Gegevens kijkgedrag en comfortscores	79

1. Inleiding

1.1. Natuurlijk Sturen

In de voortdurende zoektocht naar maatregelen om de verkeersveiligheid verder te verbeteren, is in een aantal regio's de interesse gegroeid om meer 'natuurlijke' maatregelen in te zetten, of een meer natuurlijke inbedding van verkeersmaatregelen in het landschap na te streven. In feite gaat het om 'omgevings- en gebiedsgericht verkeerstechnisch ontwerpen'. Dit is een terrein waarop stedenbouwkundige of landschapsarchitecturale inzichten samenkomen met kennis op het gebied van verkeer- en vervoer, verkeersveiligheid en menselijk gedrag. Voorbeelden hiervan zijn het 'Shared Space'-concept (binnen de bebouwde kom) en Natuurlijk Sturen, zoals het buiten de bebouwde kom wordt genoemd. De laatste jaren hebben op dit gebied dan ook verschillende publicaties het levenslicht gezien (zie bijvoorbeeld CROW, 2008; Simons & Jaarsma, 2010; Van Blerck et al., 2011).

De toegenomen populariteit van natuurlijke inbeddingsmaatregelen is ook terug te zien in de praktijk, waar oude situaties weer in ere worden hersteld en nieuwe maatregelen 'omgevingsverantwoord' worden aangelegd. Van deze natuurlijke maatregelen wordt verwacht dat ze een positieve invloed kunnen hebben op de beleving van de weggebruiker (meer oog voor de omgeving), het gedrag van de weggebruiker (positieve beïnvloeding van de omgeving) en uiteindelijk ook op de verkeersveiligheid (zie bijvoorbeeld CROW, 2008). Toch is niet goed bekend wat voor effecten dergelijke maatregelen daadwerkelijk hebben.

1.2. Aanleiding van dit onderzoek

Ook de provincie Limburg is geïnteresseerd geraakt in de mogelijkheden van Natuurlijk Sturen op het gebied van verkeersveiligheid, weggedrag en -beleving. Om ervaring op te doen met deze betrekkelijk nieuwe manier van werken en om praktische voorbeelden te ontwikkelen, is een *Schetsboek natuurlijk sturen in Limburg* gemaakt (Van Kelegom & Van Duijnhoven, 2010). Hiervoor heeft de provincie negen concrete Limburgse locaties geselecteerd waarvan problemen bekend zijn op het gebied van onder meer verwachtingen en snelheidsgedrag. In het schetsboek zijn maatregelen uitgewerkt die passen in het landschap van deze locaties. Daarnaast heeft de Radboud Universiteit Nijmegen (RUN) een inschatting gemaakt van het mogelijke effect van maatregelen op verwachtingen, aandacht, alertheid en rijgedrag (met name snelheid).

Het Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid van de provincie Limburg (ROVL) heeft de SWOV gevraagd om te evalueren of deze nieuwe aanpak van weginrichting en gedragsbeïnvloeding inderdaad werkt. Daarnaast vraagt het ROVL zich af:

1. Wat is het effect van de maatregelen op het ongevallebeeld, snelheid en overig (verkeers)gedrag?
2. Zijn de maatregelen duidelijk en begrijpt de weggebruiker de bedoeling?
3. Treden er (ongewenste) neveneffecten op, en welke zijn dat dan?

4. Ontstaan er conflicten met de geldende maatregelen en richtlijnen, en zijn deze conflicten toelaatbaar voor de verkeersveiligheid en duidelijkheid naar de weggebruiker?
5. Hoe kunnen we het beste omgaan met afwijkende materiaalkeuze en kleurgebruik, zodat dit maximaal effect sorteert en zo min mogelijk ongewenste effecten heeft?
6. Kan deze werkwijze overal worden toegepast, zoals in verblijfsruimtes en verkeersruimtes, of is dit snelheidsafhankelijk?

Om antwoord te vinden op deze vragen, zijn twee van de negen geschetste projecten in Limburg medio 2011 daadwerkelijk in de praktijk toegepast. Het betreft:

1. de N281 tussen Baneheide en Nijswiller (80 km/uur) en
2. de Dorpsstraat in en buiten Slenaken (50 en 60 km/uur; gemeente Gulpen-Wittem).

Deze locaties zijn onder meer gekozen omdat een groot deel van het verkeer er volgens de provincie (te) hard rijdt.

1.3. Kenmerken van de gebieden

In de volgende paragrafen wordt per gebied een beeld gegeven van de situatie vóór herinrichting met Natuurlijk Sturen-maatregelen (de voor-situatie). Daarbij worden ook de snelheden betrokken uit een voormeting, die in februari 2011 op een aantal specifieke plekken op deze wegen is uitgevoerd. Ten slotte worden van iedere weg de betreffende Natuurlijk Sturen-maatregelen beschreven, en de effecten die de RUN daarbij verwachtte. Deze kennis is als uitgangspunten gebruikt bij het SWOV-onderzoek. Foto's van zowel de voor- als de nasituatie (de situatie met Natuurlijk Sturen-maatregelen) op de verschillende locaties zijn te vinden in *Bijlage A*.

1.3.1. *Situatie op de N281 richting Nijswiller*

De N281 is een provinciale gebiedsontsluitingsweg (GOW) met een snelheidslimiet van 80 km/uur (GOW80). Het deel tussen hectometerpaal 17 en de aansluiting met de N278 heeft een 1x2 dwarsprofiel, met over de gehele lengte een vrijliggend fietspad aan de noordelijke kant van de weg. De weg is vrij recht, maar heeft enkele bochten en heuvels. Het profiel van de vrije ruimte is ruim en de weg oogt breed. Ten noorden van hectometerpaal 17 wordt de weg begrensd door bomen, hoewel deze redelijk ver van de weg liggen (in ieder geval verder dan de acceptabele obstakelvrije afstand van 6 meter). Dit deel van de N281 voldoet aan de eisen van een Type II GOW uit het Handboek Wegontwerp (CROW, 2002). Dit wegdeel heeft (grotendeels) een onderbroken asmarkering en doorgetrokken kantmarkeringen.

In de richting Nijswiller loopt de weg heuvelaf. Deze weg heeft even voor de aansluiting (3-taks turbotronde) met de N278 nog twee voorrangskruispunten en een bushalte (zie *Afbeelding 1.1*). Het feit dat de weg heuvelaf gaat, leidt vermoedelijk tot hogere snelheden, terwijl de kruispunten, de bushalte en de turbo-ronde om verkeersveiligheidsredenen juist om een tijdig lage(re) snelheid vragen.

De provincie is geïnteresseerd in het gedrag en de effecten van maatregelen in de aanloop naar de voorrangskruising met de Hofstraat/Oude Bocholtzerveg. Deze verschaft toegang tot een parkeerplaats (locatie 1a), de aanloop tot de turbo-rotonde met de N278, inclusief het voorrangskruispunt met de Kolmonderbosweg/Kolmonderstraat en de daar aangrenzende bushalte. De Kolmonderbosweg biedt toegang tot een dichtbij gelegen school (locatie 1b).

Voor gegevens over de rijnsnelheden in de voorsituatie, zie *Bijlage B*.



Afbeelding 1.1. Bovenaanzicht van de N281 bij Baneheide, met daarin aangegeven de locaties waar Natuurlijk Sturen-maatregelen zijn voorzien (groen gestippelde vakken) en de globale locaties waar snelheidsmetingen zijn gehouden (oranje strepen), met daarbij aangegeven de nummers van de meetpunten, gekoppeld aan de hectometerpaal (Hm). Op het hele aangegeven wegvak is de snelheidslimiet 80 km/uur.

1.3.1.1. Maatregelen in de nasituatie op de N281

Op de N281 zijn in de nasituatie de volgende Natuurlijk Sturen-maatregelen aangebracht (zie ook *Afbeelding A.2 in Bijlage A*), waarbij de RUN de volgende verwachtingen door heeft geformuleerd.

- Een zich in de zuidoostelijke rijrichting (heuvelaf) verkortend hagenpatroon langs de weg, leidt naar verwachting tot *lagere snelheden*. Het betreft hier zowel locatie 1a als locatie 1b.
- De kruisingen worden met bomen gemarkeerd, zodat in het verder kale landschap de kruispunten benadrukt worden. Dit leidt naar verwachting tot *meer aandacht* voor de twee hierboven genoemde kruispunten. Overigens waren deze bomen bij een van de kruispunten ook in de voorsituatie al aanwezig.

1.3.2. *Situatie op de Dorpsstraat in Slenaken*

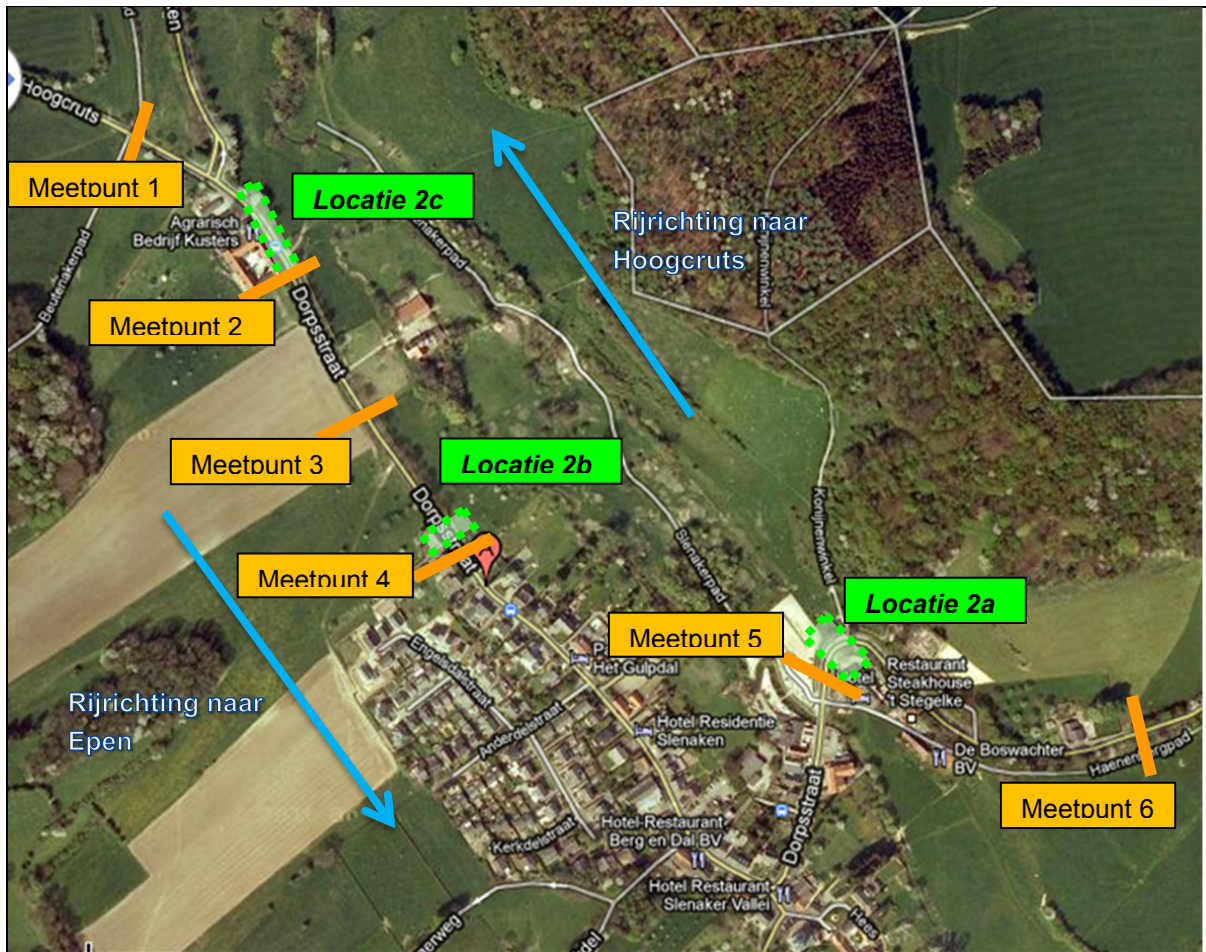
De Dorpsstraat in Slenaken is gecategoriseerd als erftoegangsweg (ETW). Binnen de bebouwde kom heeft deze een snelheidslimiet van 50 km/uur, buiten de bebouwde kom is de limiet 60 km/uur. Buiten de bebouwde kom heeft de weg geen markeringen en een landelijk karakter, binnen de bebouwde kom is de weg voorzien van een ongekleurde suggestiestrook door middel van onderbroken kantmarkering.

Bezien van oost naar noordwest loopt de Dorpsstraat met een scherpe bocht Slenaken binnen, waarbij de bebouwde kom in de bocht begint (locatie 2a, zie *Afbeelding 1.2* en *Afbeelding A.3; Bijlage A*). Na de aansluiting met de Waterstraat aan de linkerkant, en na een bruggetje over de Geul, begint de bebouwing van het dorp. De bochten zijn voorzien van een afwateringsgoot, deels met een lage keermuur.

Aan de westkant loopt de Dorpsstraat Slenaken weer uit (locatie 2b, zie *Afbeelding 1.2* en *Afbeelding A.4*). Daarbij worden nog diverse kleinere wegen gepasseerd, en ook andere, grotere (erftoegangs)wegen (vooral aan de noordoostelijke kant van de weg), en een aantal bochten in een glooiend landschap. Op diverse plaatsen bevinden zich (rijen) bomen aan weerszijden van de weg (bijvoorbeeld bij de locaties 2b en 2c). Aan de overzijde van de aansluiting met de straat Beutenaken, is nog wat bebouwing langs de weg te vinden (locatie 2c, zie *Afbeelding 1.2* en *Afbeelding A.5*), waarna de Dorpsstraat van naam verandert en Hoogcruts gaat heten.

Volgens de provincie wordt op deze gehele weg – zelfs na de scherpe bocht bij locatie 2a – (te) hard gereden. Dit is vooral onwenselijk bij het betreden van de bebouwde kom, waar zich onder andere horecagelegenheden bevinden. Te hoge snelheden kunnen ook gevaarlijk zijn bij de bebouwing voor Hoogcruts, waar verkeer uit de zijweg kan komen en kwetsbare verkeersdeelnemers zich op of langs de weg kunnen bevinden.

Voor gegevens over de rijnsnelheden in de voorsituatie, zie *Bijlage B*.



Afbeelding 1.2. Bovenaanzicht van de Dorpsstraat in Slenaken, met daarin aangegeven de locaties waar Natuurlijk Sturen-maatregelen zijn voorzien (groen gestippelde vakken) en de globale locaties waar snelheidsmetingen zijn gehouden (oranje strepen), met daarbij aangegeven de nummers van de meetpunten. Bij de meetpunten 4K en 5K is de snelheidslimiet 50 km/uur. Bij de overige punten is de snelheidslimiet 60 km/uur.

1.3.2.1. Maatregelen in de nasituatie van de Dorpsstraat in Slenaken

Op de Dorpsstraat zijn in de nasituatie de volgende Natuurlijk Sturen-maatregelen aangebracht (zie ook Afbeelding A.6 t/m A.8 in Bijlage A), waarbij de RUN de volgende verwachtingen heeft geformuleerd:

- De straat wordt aan beide zijden voorzien van rode fietsstroken, uitgevoerd in rood asfalt, om de rijloper optisch te versmallen. Hierdoor wordt vermoedelijk de *snelheid verlaagd*. Ook wordt verwacht dat de fietsstrook de weggebruiker meer alert maakt op de mogelijke aanwezigheid van *fietsers (verwachting)*, zodat hij hier *eerder op zal reageren*.
- Bezien van buiten naar binnen worden vóór de komgrens (locatie 2a en 2b) rode klinkers over de gehele rijloper aangebracht. Tevens wordt het betreden van de bebouwde kom extra gemarkeerd met bosschages aan beide zijden. Dit heeft tot doel de *snelheid zo nodig te verlagen* en de *alertheid van de verkeersdeelnemer te verhogen*.
- De rode klinkers over de gehele rijloper worden tevens aangebracht ter hoogte van een boerderij voor de noordwestelijke aanloop van Slenaken

(locatie 2c). Dit heeft tot doel de *snellheid af te remmen* en de *attentie te verhogen*.

- Voorbij de bocht in de oostelijke aanloop van Slenaken wordt de Gulp overgestoken (bij locatie 2a). Om dit punt meer te benadrukken, wordt de brug over de Gulp ook voorzien van rode klinkers over de gehele breedte van de weg, en van brugleuningen langs de weg. De verwachting is dat er zo *meer aandacht* komt voor de rivier en het landschap. Deze verwachting is overigens niet (direct) aan verkeersveiligheid gelieerd, wat niet wil zeggen dat deze maatregelen geen positieve of zelfs negatieve gevolgen (afleiding) op de verkeersveiligheid kunnen hebben.

1.4. Doel van dit rapport en leeswijzer

Het doel van dit rapport is om de vragen van de provincie Limburg te beantwoorden ten aanzien van de ingevoerde Natuurlijk Sturen-maatregelen. Daarnaast is het de bedoeling om eventuele verbeteringen te registreren die uit het onderzoek voortvloeien.

In dit onderzoek is ervoor gekozen om te focussen op de onderwerpen aandacht en snelheid, en op een verkeerskundige analyse. Een ongevallensstudie (vraag 1) was weinig zinvol gezien het kleine aantal aangepaste locaties, de verschillende aard van de locaties, de zeer korte periode na toepassing van de maatregelen en de gebrekkige registratie van ongevallen met locatiekenmerken. Ook is afgezien van een herkenbaarheidsonderzoek (vraag 2) en is volstaan met een inschatting uit de literatuur.

Aandachtsprocessen zijn onderzocht door het kijkgedrag van weggebruikers te meten. Voor het snelheidsonderzoek was het aanvankelijk de bedoeling om de daadwerkelijke rijsnelheden in de voor- en nasituatie te meten en met elkaar te vergelijken. De nameting van het snelheidsgedrag kon echter nog niet plaatsvinden, omdat de aangeplante bosschages op dat moment nog onvoldoende volgroeid waren. Snelheidsbeschouwingen zijn daarom alleen uitgevoerd op de voorsituatie (zie *Bijlage A*). Ook zijn indicaties van snelheidstendensen meegenomen in het kijkgedragonderzoek. Die indicaties kwamen tot stand door meten welke invloed de maatregelen hebben op het comfort dat mensen ervaren, vanuit de gedachte dat dit invloed heeft op hun rijsnelheid.

Hoofdstuk 2 bevat allereerst een theoretische inleiding op de invloed van de omgeving op gedrag, en mechanismen die in dit onderzoek gebruikt worden. Zo komt onder meer de vraag aan de orde wat oogbewegingen daadwerkelijk zeggen over aandacht, wat comfort en snelheid met elkaar te maken hebben, en wat er uit de literatuur op te tekenen is over de daadwerkelijk te verwachten effecten van de aangebrachte maatregelen. De *Hoofdstukken 3 en 4* bevatten de meer technische details van het onderzoek en beschrijven respectievelijk de methode en resultaten van het kijkgedragonderzoek en de verkeerskundige analyse. Het rapport sluit af met een discussie en conclusies (*Hoofdstuk 5*).

2. Theoretische achtergrond

2.1. Wat is Natuurlijk Sturen?

2.1.1. Definities van Natuurlijk Sturen

Er bestaan verschillende omschrijvingen van Natuurlijk Sturen. In een bericht op Verkeersnet.nl (19 januari 2011), met als titel *Van Shared Space naar Natuurlijk Sturen*, staat: "Natuurlijk Sturen probeert met behulp van gebiedseigen kenmerken het gedrag van verkeersdeelnemers positief te veranderen." Een artikel op Verkeerinbeeld.nl (24 januari 2011) omschrijft Natuurlijk Sturen zo: "Natuurlijk Sturen is een ontwerpwerkwijze, waarbij een verkeerstechnisch ontwerp mede wordt 'gestuurd' door 'mooi en functioneel' uit landschap, stedenbouw, architectuur en cultuurhistorie en door gedragsbeïnvloeding uit gedragswetenschappelijke hoek." Deze laatste definitie wordt ook gebruikt door Van Kelegom et al. (2011).

In CROW-publicatie 259, *Plattelandswegen mooi en veilig: een beeldenboek*, staat: "De opgave waar we voor staan is dat de weggebruiker op een natuurlijke manier aan de vormgeving van weg en omgeving kan aflezen welk verkeersgedrag van hem wordt verwacht. Tegelijkertijd zal een weginrichting die is afgestemd op zijn omgeving de aantrekkelijkheid van die omgeving kunnen waarborgen of zelfs vergroten." Van Blerck et al. (2011) spreken niet over 'Natuurlijk Sturen', maar over een 'landschapsbewuste verkeersvisie'. Deze is nauw verwant aan Natuurlijk Sturen. De auteurs schrijven dat "[...] via een gestructureerde aanpak, waarbij het landschap richtinggevend is, een plan ontwikkeld wordt met concrete maatregelen waarbij ervan uitgegaan wordt dat wegen veilig leesbaar worden door ze te laten aansluiten op het landschap."

2.1.2. De betekenis van 'natuurlijk'

Hoewel niet helemaal duidelijk wordt wat Natuurlijk Sturen nu precies is, wordt wel duidelijk dat het woord 'natuurlijk' twee verschillende betekenissen heeft. Het gaat om wegen die passen in het cultuurlandschap en die dus als mooi beleefd worden. Daarnaast gaat het om natuurlijk als een ander woord voor vanzelfsprekend. Met vanzelfsprekend wordt bedoeld dat de weg en de wegomgeving er zo uitzien dat verkeersdeelnemers automatisch weten welk gedrag van ze verwacht wordt. Dit sluit nauw aan bij begrippen als 'self explaining roads' en 'herkenbare vormgeving'. Men zou kunnen stellen dat bij Natuurlijk Sturen getracht wordt om veilig verkeersgedrag te bewerkstelligen door subtiele aanpassingen aan te brengen in het uiterlijk van de weg en de wegomgeving, die harmoniëren met het landschap. Hagen en bomen in de verkeersomgeving bijvoorbeeld, moeten bij de automobilist een prettig gevoel geven en op spontane wijze de aandacht trekken voor zaken die belangrijk zijn voor de verkeersveiligheid, zo is de gedachte. Het gaat bij Natuurlijk Sturen niet alleen om de subtiele invloed van *natuurlijke* elementen in de wegomgeving, maar ook om de beïnvloeding door het uiterlijk van de weg zelf. Zo wordt verondersteld dat door een korte onderbreking van het asfalt met bijvoorbeeld een rood vlak over de gehele breedte van de weg, al dan niet in combinatie met een komgrensbord, de snelheid ter plaatse lager wordt en de automobilist er (al dan niet bewust)

rekening mee gaat houden dat hij in een gebied rijdt waar hij extra moet opletten (bijvoorbeeld omdat er mensen kunnen oversteken).

2.1.3. *Natuurlijk Sturen en gedrag*

In de aangehaalde literatuur over Natuurlijk Sturen wordt niet of nauwelijks ingegaan op de vraag hoe de weg en de wegomgeving het verkeersgedrag zo kunnen beïnvloeden dat daardoor de verkeersveiligheid toeneemt. Daarom gaat dit hoofdstuk in op eerder onderzoek over de invloed van de wegomgeving en de invloed van het uiterlijk van de weg op het rijgedrag. Als eerste kijken we naar aandacht, kijkgedrag en processen in de hersenen bij het autorijden. Vervolgens bespreken we bestaand onderzoek naar de invloed van de wegomgeving en het uiterlijk van de weg op het rijgedrag. Zo verkennen we wat er op basis van bestaand onderzoek gezegd kan worden over de mogelijke effectiviteit van Natuurlijk Sturen. Hiervoor putten we uit de literatuur op het gebied van 'self explaining roads', herkenbare vormgeving en geloofwaardige snelheidslimieten.

2.2. **Aandacht, kijkgedrag en processen in het brein tijdens het rijden**

Weggebruikers werpen hun blikken niet volledig willekeurig op hun omgeving. Met betrekking tot de verkeerssituatie kijkt men naar bepaalde zaken omdat die de aandacht trekken ('wat doet die fietser daar?') en men kijkt in bepaalde richtingen omdat men daar iets kan verwachten ('komt daar uit die straat van rechts geen auto?'). Kijkgedrag dat als doel heeft de verkeerssituatie te begrijpen en om op mogelijke ontwikkelingen daarin te kunnen anticiperen, wordt 'focal vision' genoemd (zicht van wat zich in het brandpunt bevindt). Bij focal vision gaat het primair om de inschatting van de verkeerssituatie en de verwachting hoe die zich verder zou kunnen ontwikkelen.

Er is ook nog een andere vorm van kijkgedrag. Bestuurders kijken afwisselend zowel dichtbij als wat verder op de weg om zich te oriënteren (plaats op de weg) en om een inschatting van de eigen snelheid te kunnen maken. Belijning op de weg kan een bestuurder helpen om zich te oriënteren (o.a. De Waard et al., 1995). Die oriëntatie van plaats en beleving van snelheid door oogbewegingen te maken, heeft men nodig om bijvoorbeeld stuurcorrecties te kunnen uitvoeren. Kijkgedrag dat gericht is op oriëntatie en beleving van snelheid (door de 'optic flow') wordt 'ambient vision' genoemd (visuele omgevingsbeleving) (Schieber et al., 2009). Bij 'ambient vision' gaat het primair om een antwoord te krijgen op de vragen 'waar ben ik?' en 'hoe hard ga ik?' Men kan op één bepaald moment maar in één richting tegelijk kijken. De blik ergens op gericht hebben, heet een fixatie. De snelle beweging van de pupillen van de ene kijkrichting naar de andere, wordt een saccade genoemd.

2.2.1. *Hoe werken de twee typen kijkgedrag?*

Hoewel iemand maar naar één ding tegelijk kan kijken, verloopt de verwerking in de hersenen voor focal vision en voor ambient vision volgens twee geheel gescheiden circuits (Previc, 1998). Deze twee circuits, die in de hersenen parallel aan elkaar werken, worden voor focal vision het ventro-occipitale temporale pad genoemd, en voor ambient vision het dorso-occipitale pariëtale pad.

Bij focal vision wordt informatie maar uit een klein gebied rondom een fixatie verwerkt. Dit komt onder andere doordat het vermogen om zaken scherp te zien, sterk afneemt wanneer deze zaken verder verwijderd zijn van het centrum waarop de fixatie is gericht. Het kleine gebied met een hoge gezichtsscherpte rondom een fixatie, wordt de fovea genoemd. De gezichtsscherpte van zaken die zich onder een hoek van 5 graden van een fixatie bevinden, is al de helft van de gezichtsscherpte in het centrum van de fixatie. Focal vision is belangrijk om vast te stellen welke elementen er in de verkeersomgeving aanwezig zijn. Men moet bijvoorbeeld een fixatie van minimaal 200 milliseconden op een bepaald object maken, zoals een naderende auto, om vast te kunnen stellen wat dat object is (Velichkovsky et al., 2002). Kortere fixaties blijven steken in de zogenoemde pre-attentie fase. Informatie uit deze korte fixaties wordt niet verwerkt in het werkgeheugen en dienen daarom alleen voor ambient vision.

Voor ambient vision is gezichtsscherpte niet van belang, omdat het er niet om gaat te herkennen wat gezien wordt. Het gebied van ambient vision kan daarom veel groter zijn dan de fovea. Previc (1998) neemt aan dat het bij ambient vision in het horizontale vlak om een segment van ongeveer 180 graden om het centrum van de fixatie gaat. Hoewel het om twee gescheiden circuits in de hersenen gaat, kan men wel van ambient vision naar focal vision gaan. Men 'ziet' bijvoorbeeld met ambient vision in de periferie van het gezichtsveld een verandering van contrast. Vervolgens maakt men een saccade naar die richting en stelt dan met focal vision vast wat die contrastverandering heeft veroorzaakt.

2.2.2. *Invloed van de twee typen kijkgedrag op handelen (in het verkeer)*

Ambient vision verloopt doorgaans volledig automatisch. Focal vision kan zowel gecontroleerd als automatisch verlopen (Vlakveld, 2011). Schemata (het meervoud van schema, wat 'mentale representatie' betekent) spelen zowel een rol bij geautomatiseerd als gecontroleerd gedrag. Op het meest basale niveau zijn schemata mentale representaties van een opeenvolging van handelingen die volledig zijn ingeslepen, en die de bestuurder in het verkeer helpen om dingen te doen zonder dat hij daar uitgebreid over hoeft na te denken (Shallice, 1988). Men ziet bijvoorbeeld een verkeerslicht op rood springen. Hierdoor wordt in het brein het schema 'verkeerslicht op rood' geactiveerd en zonder nog te hoeven nadenken verricht men de handelingen die nodig zijn om de auto voor het verkeerslicht tot stilstand te brengen. Er zijn ook schemata van een hogere orde, ook wel 'dominante schemata' genoemd. Een voorbeeld hiervan is 'het rijden op een autosnelweg'; althans in Nederland, waar een autosnelweg een duidelijk herkenbaar type weg is met zijn eigen specifieke kenmerken. Bij hogere orde schemata gaat het om mentale structuren die onze kennis over iets organiseren en ons helpen aannames te maken over wat we wel of niet kunnen waarnemen, wat we wel of niet kunnen verwachten en wat wel of niet van ons verwacht wordt. Wanneer in het brein 'het rijden op een autosnelweg' is geactiveerd, weten we bijvoorbeeld zonder erover te hoeven nadenken dat alle voertuigen met relatief hoge snelheid in dezelfde richting rijden en geen tegenliggers of kruisend verkeer verwacht hoeven te worden.

Door rijervaring op te doen, worden schemata steeds beter. In een vertrouwde omgeving worden bij ervaren bestuurders de dominante schemata in wisselwerking met de sensorische input automatisch

geactiveerd. Dit proces wordt 'contention scheduling' genoemd (Norman & Shallice, 1986). Bestuurders kijken in een dergelijke situatie op basis van het automatisch geselecteerde schema op een bepaald moment in de tijd (het dominante schema van dat moment) gericht ergens naar. Zo kijkt men bijvoorbeeld een zijstraat in om te verifiëren of er geen verkeer uit komt. Er is sprake van selectieve aandacht, maar die aandacht is niet altijd opzettelijk en bewust (Brouwer, 2002). Ervaren bestuurders kijken vaak uit gewoonte in richtingen waarvandaan gevaar zou kunnen opdoemen, zonder dat zij zich daar volledig bewust van zijn (Vlakveld, 2011). In een vertrouwde omgeving zijn de fixaties op belangrijke elementen in de verkeersomgeving ook korter (Martens & Fox, 2007). Wanneer er iets nieuw is in de verkeersomgeving, als er keuzes gemaakt moeten worden (bijvoorbeeld wel of niet een auto inhalen) of als men een gevaar vermoedt, dan schakelen bestuurders over van geautomatiseerd gedrag naar gecontroleerd gedrag. In de terminologie van Norman & Shallice (1986) betekent dit dat het 'supervisory attentional system' (SAS) wordt ingeschakeld.

Een kenmerk van het SAS is dat delen van de prefrontale cortex (PFC) actief worden. In het bijzonder zijn dat de dorsolaterale prefrontale cortex, die betrokken is bij het plannen van handelingen, en de orbito-frontale cortex, die betrokken is bij het controleren van primaire reacties op basis van emoties (even nadenken voordat men spontaan reageert), het inleven in anderen (bijvoorbeeld die fietser daar kan mij niet goed zien aankomen) en het afwegen van risico's (Menon & Uddin, 2010). Wanneer het SAS actief is, wordt informatie in het werkgeheugen verwerkt en worden er bewuste beslissingen genomen. Volgens Norman & Shallice (1986) is het gevolg van de activatie van het SAS dat in het brein ingegrepen wordt in het automatische proces van 'contention scheduling'. Dat wil zeggen dat sommige schemata die automatisch geactiveerd waren, worden gedoofd en andere worden geactiveerd. Hierdoor komt er een nieuw dominant schema waardoor bestuurders de verkeersomgeving anders gaan interpreteren.

2.2.3. *Mogelijkheden om processen in beeld te brengen die voorafgaan aan handelen*

Het is mogelijk om zichtbaar te maken wat zich in de hersenen afspeelt wanneer iemand autorijdt in een simulator. Dit doet men door gebruik te maken van nieuwe beeldvormingstechnieken zoals scanners voor Magnetische Resonantie Imaging (MRI). Het 'rijden' in een scanner voor functionele beeldvorming (fMRI), wijkt nogal af van rijden in de werkelijkheid. De betreffende 'bestuurder' ligt en kan zijn hoofd niet bewegen. De handelingen die hij wil gaan verrichten (stuurcorrecties, veranderingen in snelheid, et cetera), geeft hij aan door met de vingertoppen knoppen in te drukken. Terwijl hij in de scanner ligt, kijkt hij naar films die genomen zijn vanuit het perspectief van een bestuurder. Bij fMRI is te zien welke gebieden van de hersenen actief zijn als iemand bepaalde dingen ziet en bepaalde handelingen wil uitvoeren. Wanneer hersengebieden actief zijn, neemt in die gebieden het zuurstofgehalte in het bloed toe. Hierdoor verandert de magnetische eigenschap van het bloed en dit kan met de scanner zichtbaar gemaakt worden. Als iemand op de beschreven wijze in een scanner 'rijdt', blijkt de PFC – die bewuste controle uitoefent bij de uitvoering van taken – niet actief (Bowyer et al., 2009; Calhoun et al., 2002; Callan et al., 2009; Fort et al., 2010; Spiers & Maguire, 2007). Autorijden doet men dus voornamelijk 'op de automatische piloot', zonder dat men er veel bij nadenkt. Wanneer iemand autorijdt, is er activiteit te zien in de occipitale cortex (die een

belangrijke rol speelt bij focal vision), in het cerebellum (speelt een belangrijke rol bij het tijdig en soepel laten verlopen van bewegingen), in corticale delen die verband houden met ambient vision (overwegend de pariëtale cortex) en in de sensorische motor cortex, maar opmerkelijk genoeg dus niet in de PFC.

De onderzoeken naar processen die zich in de hersenen afspelen tijdens het rijden, zijn een duidelijke ondersteuning voor de theorie dat contention scheduling (zie *Paragraaf 2.2.2*) een belangrijke rol speelt bij het autorijden. Als autorijden over het algemeen min of meer 'op de automatische piloot' wordt uitgevoerd, hoe kunnen dan subtiele veranderingen in het uiterlijk van de weg en de wegomgeving, de processen in de hersenen zo beïnvloeden dat men veiliger gaat rijden? Is er onderzoek te vinden die de aannames over beïnvloeding van het rijgedrag bij Natuurlijk Sturen ondersteunen? Wat hierover gevonden is, wordt besproken in het resterende deel van dit hoofdstuk.

2.3. Waarnemen, beleven en processen in het brein bij Natuurlijk Sturen

Het tweede hoofdstuk van het *Schetsboek natuurlijk sturen Limburg* (Kelegom & Van Duijnhoven, 2010) gaat nader in op de manier waarop Natuurlijk Sturen verondersteld wordt het gedrag te kunnen beïnvloeden. In dat hoofdstuk staat onder andere dat de weggebruiker uit de vormgeving van de weg en de inrichting van de wegomgeving op 'natuurlijke' wijze (automatisch) moet kunnen aflezen wat van hem verwacht wordt. Dit heeft raakvlakken met de principes van 'herkenbare' en 'geloofwaardige' vormgeving van de weg. Beide concepten spelen een belangrijke rol in een Duurzaam Veilig verkeerssysteem (zie bijvoorbeeld Wegman & Aarts, 2005).

2.3.1. Herkenbare vormgeving van wegen

Bij het Duurzaam Veilig-principe van herkenbare vormgeving, gaat het erom dat weggebruikers uit de vormgeving van de weg kunnen afleiden wat verkeersdeelnemers kunnen verwachten en wat er van hen verwacht wordt (SWOV, 2012a). Bij herkenbare vormgeving is het streven dat verkeersdeelnemers op elk moment dat ze over een bepaalde weg rijden, op basis van het beeld van die weg (bijvoorbeeld de kantstrepen en/of de vorm van de rijrichtingscheiding) weten wat het gewenste weggedrag is op deze weg en welke verkeersdeelnemers ze er kunnen verwachten. Herkenbaarheid van wegen en wegtypen kan worden bewerkstelligd door de wegen binnen een categorie zo uniform mogelijk vorm te geven, en door tussen de categorieën de verschillen in kenmerken zo groot mogelijk te maken (Aarts & Davidse, 2007).

Weggebruikers kunnen een weg herkennen op basis van kenmerken die voortdurend op en langs de weg te zien zijn. Maar dat betekent niet automatisch dat het gedrag op basis van die herkenning voor alle bestuurders hetzelfde is. De ene automobilist kan bijvoorbeeld denken: dit is een weg waar ik makkelijk 90 km/uur kan rijden. Een andere automobilist kan bij dezelfde weg denken: dit is een weg waar ik niet harder dan 80 km/uur op kan en mag rijden. Herkenning is op zich dus onvoldoende om homogeen rijgedrag te bewerkstelligen. Dat kan wel door weggebruikers expliciet aan te leren wat een bepaald wegelement betekent (zoals de regel 'Groen is 100'). Het moet in alle gevallen wel om duidelijk zichtbare

elementen gaan en de boodschap moet niet te complex zijn. Het gebruik van bomen als herkenbaarheidselement voor kruispunten (beoogt door de provincie Limburg) is bijvoorbeeld twijfelachtig, omdat bomen ook te vinden zijn op locaties zonder kruispunten en ze gemakkelijk tegen de achtergrond van andere natuur wegvallen. Hierdoor wordt het zien van bomen naar verwachting niet geassocieerd met de aanwezigheid van kruispunten, hooguit alleen als dit wordt aangeleerd en als bomen niet ook op andere plaatsen gebruikt worden.

Vanuit Duurzaam Veilig wordt ook nog een ander, aanverwant principe gepropageerd dat veel meer impliciet werkt en kan bijdragen aan de herkenbaarheid van wegen: geloofwaardige snelheidslimieten (SWOV, 2012b).

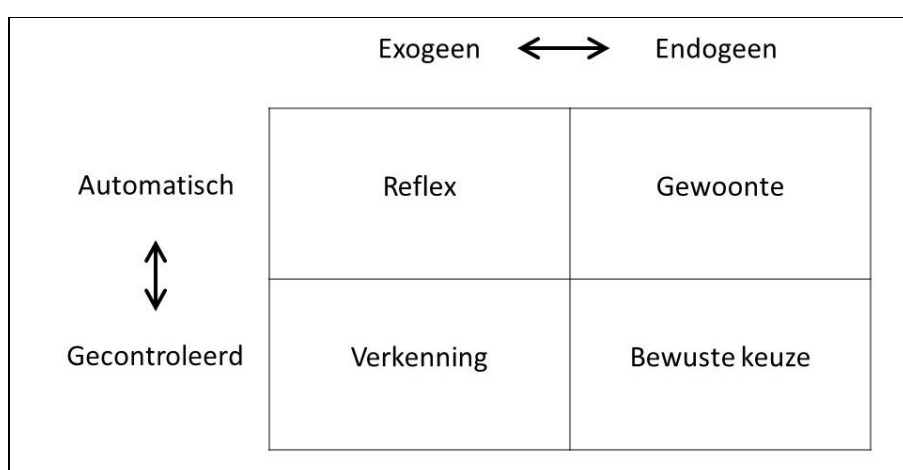
2.3.2. Geloofwaardige snelheidslimieten

Bij geloofwaardige snelheidslimieten gaat het om het in overeenstemming brengen van het wegbeeld en de wegomgeving met de maximumsnelheid. Wanneer een bestuurder over een brede overzichtelijke weg rijdt met weinig verkeer en geen kruispunten, en hij ziet vervolgens een 60km/uur-bord, dan bekruipt hem het gevoel dat er iets niet klopt. Het omgekeerde kan natuurlijk ook, zoals een nauwe straat midden in een woonwijk waarop 100 km/uur gereden mag worden.

Wat er bekend is over de invloed van ontwerpelementen op het rijgedrag, wordt in de volgende paragrafen besproken.

2.3.3. Theoretische overeenkomsten tussen herkenbare en geloofwaardige vormgeving

Trick & Enns (2009) maken een vierdeling in visuele aandacht wanneer men rijdt. Deze vierdeling loopt langs twee dimensies. De eerste dimensie is het verschil tussen geautomatiseerde aandacht en gecontroleerde aandacht. Het verschil tussen deze twee vormen van aandacht is al besproken in *Paragraaf 2.2.2*. De tweede dimensie is het verschil tussen exogene (aangeboren) en endogene (aangeleerde) processen. De twee dimensies leveren het schema op dat is weergegeven in *Afbeelding 2.1*.



Afbeelding 2.1. Vormen van selectieve aandacht tijdens het rijden (Afgeleid uit: Trick & Enns, 2009).

Reflexprocessen

Een voorbeeld van een *reflex* (een automatisch exogeen proces) is wanneer iemand dikke bomen in de berm vlak langs de weg ziet staan, hij automatisch en zonder erover na te denken wat meer op het midden van de weg gaat rijden. Dit gedrag is niet aangeleerd, maar spontaan. Het is een onmiddellijke reactie op mogelijk gevaar (tegen een boom aan botsen). Reflexen spelen zich af in het domein dat in *Paragraaf 2.2.2* is aangeduid met 'contention scheduling'.

Bewuste keuzeprocessen

Geheel anders zit het met de aandacht bij het maken van *bewuste keuzes* (een gecontroleerd exogeen proces). Wanneer een bestuurder een bepaalde vorm van belijning ziet en op basis van expliciete, aangeleerde kennis constateert dat die belijning betekent dat hij bijvoorbeeld op een autosnelweg rijdt, en hij vervolgens in zijn geheugen nagaat wat hij kan verwachten en wat van hem verwacht wordt, dan maakt hij op basis hiervan *bewuste keuzes*. Dergelijke overwegingen maakt men in het domein dat in *Paragraaf 2.2.2* is aangeduid met het begrip 'supervisory attentional system' (SAS).

Gewoonteprocessen

Als iemand bepaalde belijningspatronen herhaaldelijk ziet in combinatie met bepaalde regelgeving en/of situaties, is het mogelijk dat dit gehele proces naar verloop van (behoorlijk wat) tijd een *gewoonte* wordt (een automatisch endogeen proces). Men ziet de belijning en onmiddellijk wordt via contention scheduling automatisch het juiste dominante schema geselecteerd.

Verkenningprocessen

Bij *verkenning* (een gecontroleerd endogeen proces) merkt iemand bepaalde dingen op, maar weet hij niet precies wat die betekenen. Hierdoor begint hij beter op te letten en gaat hij op onderzoek uit. Er is bij verkenning sprake van een neiging tot onderzoek op basis van een bepaalde mate van onzekerheid.

Verband met herkenbaarheid

We kunnen stellen dat het bij herkenbare vormgeving overwegend gaat om *bewuste keuzes*, en dat deze bewuste keuzes door ervaring op te doen *gewoontes* kunnen worden. *Reflexen* en *verkenningen* worden bij het principe van herkenbare vormgeving vermoedelijk minder opgeroepen.

Verband met geloofwaardigheid

Bij geloofwaardige snelheidslimieten gaat het vermoedelijk voornamelijk over het automatisch aanpassen van de snelheid op basis van de optische beleving van de snelheid (door ambient vision). In het schema van *Afbeelding 2.1* valt dit in het kwadrant *reflex*. Daarnaast gaat het bij geloofwaardige snelheidslimieten om de automatische aanpassing van de snelheid op basis van de bredere omgeving (in een bewoond gebied rijd je bijvoorbeeld automatisch wat langzamer dan in een gebied waar geen huizen te zien zijn) In het schema van *Afbeelding 2.1* valt dit onder het kwadrant *gewoonte*.

Verband met Natuurlijk Sturen en Shared Space

Bij Natuurlijk Sturen gaat het vermoedelijk vooral om reacties op basis van *verkenning* en *reflex*. Door bijvoorbeeld een volledig rood weggedeelte denkt

de bestuurder wellicht dat daar wat bijzonders aan de hand is, en vervolgens gaat hij op zoek naar wat dat bijzondere wel zou kunnen zijn. Wat betreft het punt van *verkenning* haakt Natuurlijk Sturen aan bij een van de principes van Shared Space. In het *Schetsboek natuurlijk sturen in Limburg* (Van Kelegom & Van Duijnhoven, 2010) staat op pagina 13: “De essentie van Shared Space is: ‘Liever veiligheid met onzekerheid dan ongelukken met duidelijkheid’¹. Dat betekent een geringe aanwezigheid van verkeersborden en verkeerslichten. Door het weghalen van dergelijke aanwijzingen wordt het straatbeeld overzichtelijker en neemt de subjectieve verkeersveiligheid af. Daardoor zal een bestuurder van voertuigen alerter en voorzichtiger rijgedrag vertonen. Dit heeft een toename van de objectieve veiligheid tot gevolg.” Deze benadering van Shared Space komt overeen met het begrip *verkenning* van Trick & Enns (2009). Bij Natuurlijk Sturen wordt ook gebruikgemaakt van het kwadrant *reflex*. Zo is het de bedoeling dat de schuin geplaatste, in hoogte oplopende hagen voor kruispunten aan weerszijden van de N281, de ‘optic flow’ in de ‘ambient vision’ dusdanig beïnvloeden dat een automobilist automatisch langzamer gaat rijden.

Bij zowel Natuurlijk Sturen als bij herkenbare vormgeving en geloofwaardige snelheidslimieten, gaat het erom veilig rijgedrag te bewerkstelligen via manipulaties die de visuele aandacht beïnvloeden. Toch maakt het raamwerk van Trick & Enns (2009) duidelijk dat er naast overeenkomsten (reageren vanuit reflex) ook theoretische verschillen zijn. Zo wordt bij Natuurlijk Sturen niet zonder meer geprobeerd om veilige keuzes en veilige gewoontes te bewerkstelligen door eenduidigheid, maar door het stimuleren van *verkenning*. Die verkenning wordt gestimuleerd door bestuurders juist enigszins onzeker te maken. Anders gezegd: bij herkenbare vormgeving gaat het om eenduidigheid in de vormgeving binnen een wegcategorie, en om zo groot mogelijke verschillen in uiterlijk tussen wegcategorieën. Het doel hiervan is om de ‘leesbaarheid’ van een weg zo duidelijk mogelijk te houden en de kans op vergissingen zo klein mogelijk te maken. Bij Natuurlijk Sturen wordt juist niet gestreefd naar duidelijkheid door eenduidigheid, maar naar alertheid op basis van onzekerheid, aldus het eerder genoemde citaat.

2.3.4. De invloed van wegontwerp en wegbeeld op rijgedrag

Er is al veel onderzoek gedaan naar de invloed van de directe wegomgeving en het uiterlijk van de weg op het rijgedrag. Er zijn ook diverse overzichtsstudies over de invloed van het wegbeeld op rijgedrag. Enkele van deze studies zijn zelfs expliciet ingestoken vanuit het idee van Natuurlijk Sturen, zoals de literatuurstudie van Elliot et al. (2003) die het Britse principe van ‘natural traffic calming’ als uitgangspunt nemen. Hieronder bespreken we de gevonden verbanden uit de diverse studies.

Bomen en hagen langs de weg

Er is behoorlijk veel bewijs voor de bevinding dat begroeiing langs de weg in principe een snelheidsverlagende werking heeft, zeker wanneer die het zicht op het verloop van de weg ontnemt (Elliot et al., 2003; Goldenbeld & Van Schagen, 2007; Van Nes et al., 2007a; 2007b; Martens et al., 1997). Hierop moeten echter wel een aantal uitzonderingen worden gemeld. Zo blijkt dat continue aanwezige van begroeiing of met gelijke regelmaat terugkerende

¹ Dit is een veel geciteerde uitspraak van wijlen Hans Monderman, de grondlegger van het Shared Space-concept.

begroeiing – waarschijnlijk door de geleidende werking – juist leidt tot snelheidstoename (zie Martens et al., 1997; Van Driel et al., 2004).

Een andere uitzondering vormen zachtere, langgerekte vormen direct naast de weg (bijvoorbeeld heggen in de lengterichting of geleiderail). Deze hebben geen snelheidsverlaging tot gevolg, in tegenstelling tot (groepen) bomen (zie bijvoorbeeld De Ridder & Brouwer, 2002). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat men bij bomen snelheid vermindert, omdat men bang is om tegen iets hards te botsen. Een botsing met een boom zal immers – in tegenstelling tot een botsing met een haag of struik – vaak ernstig zijn (De Ridder & Brouwer, 2002). Elliot et al. (2003) verklaren het verschil tussen het effect van bomen en van hagen op basis van verschillen in ‘ambient vision’. Wanneer iemand langs een rij bomen rijdt, is de ‘optical flow’ anders dan wanneer men langs een lange heg rijdt. Bij het passeren van een rij bomen verandert het contrast dat iemand in de periferie van zijn gezichtsveld waarneemt telkens (licht, donker, licht, donker, et cetera). Aangevoeld is dat snelle opeenvolgende veranderingen in verticaal contrast in de periferie van het gezichtsveld, leiden tot een verhoging van de beleefde snelheid (o.a. Salvatore, 1968). Hierdoor verlaagt iemand wel zijn snelheid als hij langs een rij bomen dicht langs de weg rijdt, en niet bij een heg. Beide verklaringen sluiten elkaar overigens niet uit.

De snelheid kan dus enigszins afnemen door zowel bomen dicht langs de kant van de weg als door de beperking van de afstand waarover een bestuurder de weg kan overzien. Een serieuze kanttekening hierbij is dat daardoor ook het risico op een ongeval en/of ernstig letsel toeneemt. De winst die wordt bereikt door een toename van de subjectieve onveiligheid, zou wel eens teniet kunnen gaan door een afname van de objectieve veiligheid.

Suggestie- of fietsstroken

Uit onderzoek van onder anderen Kaptein & Theeuwes (1996) is gebleken dat rode suggestiestroken gemiddeld genomen niet leiden tot een verandering in snelheid, maar wel als effect kunnen hebben dat automobilisten meer naar het midden van de weg gaan rijden (zie ook De Ridder & Brouwer, 2002). In tegenstelling tot Kaptein en Theeuwes vonden Van der Kooij & Dijkstra (2003) wel een kleine maar significante daling van de snelheid als er fietsstroken waren aangebracht, maar hierbij speelde ook andere snelheidsreducerende maatregelen een rol. Maar als alle onderzoeken naar suggestiestroken en fietsstroken in een meta-analyse samen worden genomen, is de conclusie dat fietsstroken niet leiden tot een daling van de snelheid (Van Driel et al., 2004).

Uit het onderzoek van Kaptein en Theeuwes (1996), bleek ook dat de verwachting dat er fietsers kunnen zijn, toeneemt door de aanwezigheid van rode suggestiestroken of fietsstroken. Een soortgelijke bevinding werd ook gerapporteerd in een ongepubliceerd Brits onderzoek (in Elliot et al., 2003). Deze studie vond wel de verwachting van mogelijke fietsers waarmee men rekening zou moeten houden, maar pas nadat ze daadwerkelijk fietsers op de kantstrook gezien hadden.

Wegoppervlak

Er is al vrij veel ‘haptisch’ – gericht op de zintuiglijke waarneming – onderzoek gedaan naar de effecten van ruw wegdek op het rijgedrag (zie

voor een overzicht Martens, Comte & Kaptein, 1997; (zie ook De Ridder & Brouwer, 2002; Van Driel et al., 2004). De conclusie daaruit is dat grof wegdek leidt tot lagere snelheden en glad wegdek tot hogere snelheden. Dit heeft met name te maken met het verminderde rijcomfort door ruw wegdek.

Gekleurde wegvlakken

Naast de mogelijke effecten van bomen, hagen en rode kantstroken, gaan we hier ook nog in op het effect van gekleurde (klinker)vlakken op het wegdek. Het effect hiervan kan worden onderverdeeld in een visueel deel (het zien van het element) en een haptisch deel (het voelen).

Er is één onderzoek gevonden waarin het effect van een rood vlak op het rijgedrag is bestudeerd (Montella et al., 2011). In dit rijimulatoronderzoek reden proefpersonen over een weg in een landelijk gebied. Geregistreerd werd hoeveel vaart proefpersonen minderden bij het naderen van een kruispunt. In één van de condities was het kruispuntvlak rood gekleurd. Op 150 meter voor het kruispunt en op 80 meter voor het kruispunt was dwars over de weg een band met ribbelmarkering aangebracht om de bestuurders haptisch te waarschuwen voor het kruispunt. Bij die ribbelmarkeringen en een gewoon kruispuntvlak brachten proefpersonen hun gemiddelde snelheid terug voor het kruispunt. Bij de ribbelmarkeringen in combinatie met een rood gekleurd kruispuntvlak brachten de proefpersonen de gemiddelde snelheid nog iets meer terug voor het kruispunt. Uit deze studie kan worden afgeleid dat niet alleen haptische signalen (ribbelmarkering of klinkers), maar ook afwijkend gekleurde vlakken voor snelheidsvermindering kunnen zorgen. Het is echter onbekend of deze bevindingen ook gelden voor andere situaties, bijvoorbeeld als er geen kruispunt aanwezig is en zonder waarschuwende ribbelmarkering.

2.3.5. *De invloed van de wegomgeving op beleving*

Bij Natuurlijk Sturen gaat het niet alleen om de invloed op het gedrag door de hiervoor besproken afzonderlijke kenmerken, maar ook om die van het landschap of de bredere omgeving langs de weg als geheel. Op pagina 15 van het *Schetsboek natuurlijk sturen in Limburg* (Van Kelegom & Van Duijnhoven, 2010) staat: "Het gebruik van natuurlijke elementen is niet alleen mooi, maar heeft ook nog andere voordelen. Zo heeft natuur een stressverlagende werking (Cackowski & Nasar, 2003). Stress in het verkeer kan leiden tot verminderde rijprestaties, met meer ongevallen tot gevolg (Hill & Boyle, 2007). Een natuurlijke, stressverlagende omgeving kan dus een positieve invloed hebben op de verkeersveiligheid." Bij Natuurlijk Sturen is er dus sprake van een streven naar 'zich prettig voelen' (door schoonheid). Het is opvallend dat dit streven niet helemaal strookt met het principe van Shared Space, waarbij iemand vooral veiliger gedrag zal vertonen doordat hij zich enigszins onveilig gaat voelen. Een onveilig gevoel leidt tot stress. Bij Natuurlijk Sturen gaat het om het verlagen van die stress, bij Shared Space gaat het er juist om die stress enigszins te verhogen.

Naast de wegomgeving kan ook het landschap invloed hebben op het weggedrag. Naar die invloed wordt al geruime tijd onderzoek gedaan. Al meer dan twintig jaar geleden verscheen een studie van het toenmalig Verkeerskundig Studiecentrum (VSC) van de Rijksuniversiteit Groningen, met de titel *Esthetische beleving van de weg – een empirische benadering. Theoretische achtergronden*. (Steyvert & Brookhuis, 1989). Een onderzoek

waarin zowel de esthetische aspecten van de ruimere wegomgeving als andere aspecten van de omgeving op het rijgedrag werden onderzocht, is het onderzoek van Brouwer et al. (2000). Uit dit onderzoek bleek dat de verwachtingen op basis van de kenmerken van de weg, versterkt werden als men vond dat de weg in de omgeving paste. Dus wanneer de weg en wegomgeving niet overeen kwamen (bijvoorbeeld een typisch stedelijk wegbeeld op het platteland, of andersom), waren de verwachtingen vaker onjuist dan wanneer er wel overeenstemming was tussen het directe beeld van de weg en de wegomgeving.

Ook bij een onderzoek van De Waard et al. (1995) speelde de wegomgeving in relatie met het wegbeeld een rol. In dat onderzoek reden proefpersonen in een geïnstrumenteerde auto op twee 80km/uur-wegen met een identieke vormgeving. De ene weg was echter tamelijk bochtig en lag in een bosrijke omgeving, de andere weg was overwegend recht en liep door een polderlandschap. Op beide wegen was op een deel van de weg de vormgeving veranderd met als doel de snelheid te verlagen. Deze wijziging in de vormgeving was op beide wegen hetzelfde. De kantmarkering (een ononderbroken witte lijn) was op die delen verwijderd om de automobilist minder visuele ondersteuning te bieden voor 'ambient vision' en vervangen door geprofileerde kantmarkering. Wanneer automobilisten over geprofileerde kantmarkering rijden, leidt dat tot trillingen en meer geluid. Dit wordt doorgaans als onaangenaam ervaren. De gedachte was dat automobilisten door die geprofileerde markering meer in het midden van hun rijbaan zouden blijven, en ook minder snel zouden gaan rijden om precies in het midden te kunnen blijven. Ook de markering van de rijbaanscheiding (de doorgetrokken asmarkering) was vervangen door geprofileerde markering met hetzelfde doel (minder visuele begeleiding en de ervaring van meer ongemak bij het rijden over geprofileerde markering). De proefpersonen beoordeelden het rijden op de twee wegen verschillend. De polderweg werd als saaier ervaren en beoordeeld als minder aansporend tot oplettendheid dan de weg door de bosrijke omgeving. Door de manipulaties (minder visuele begeleiding en geprofileerde markering) nam op beide wegen de snelheid af en nam de werkbelasting (gemeten in toe- of afname in de variabiliteit van de hartslag) toe. Er was echter geen interactie-effect tussen landschap en rijgedrag. Het landschap had dus geen invloed op de mate waarin de manipulaties met betrekking tot de vormgeving van de weg effectief waren.

Recentelijk is het ook mogelijk om met hersenscans na te gaan welke invloed een landschap heeft. Yue et al. (2007) lieten proefpersonen naar foto's van natuurgebieden kijken terwijl ze in een scanner lagen. Bij foto's die men mooi vond, bleek dat er activiteit in de parahippocampale cortex was. Dit is het gebied dat de hippocampus omringt en dat belangrijk is voor de opslag en het weer ophalen van informatie uit het langetermijngeheugen. Ook bleek dat er door die hersenactiviteit in de parahippocampale cortex, in dat gebied van de hersenen (het limbische systeem) een kleine hoeveelheid lichaamseigen stoffen vrijkwam die lijken op morfine. Het zien van een mooie omgeving geeft dus een prettig gevoel. Wel was het zo dat een mooie omgeving blijkbaar snel went. Bij herhaalde blootstelling aan de foto's die men mooi vond, bleek namelijk dat de parahippocampale cortex steeds minder actief werd.

Dat gewenning optreedt, is ook gebleken in een fMRI-onderzoek waarbij men bestuurders liet 'rijden' (terwijl men in een scanner lag) in een bekende omgeving en in een onbekende omgeving (Mader et al., 2009). In een onbekende omgeving was er activiteit in de parahippocampale cortex te zien, maar in de bekende omgeving niet. Voor mensen die dagelijks rijden in gebieden waarin de principes van Natuurlijk Sturen zijn toegepast, heeft dus waarschijnlijk de schoonheid van het landschap geen invloed meer op het rijgedrag.

Daarnaast is het niet zeker dat wanneer men zich prettig voelt, men ook veiliger rijdt. Zich prettig voelen en geen stress ervaren is niet helemaal hetzelfde. Er bestaan onderzoeken waaruit blijkt dat stress, gespannenheid en onzekerheid leiden tot onveilig rijgedrag (o.a. Hill & Boyle, 2007), maar er zijn ook onderzoeken waaruit dat niet is gebleken. Voor zover bekend zijn er geen onderzoeken die hebben aangetoond dat blijdschap tot veiliger rijgedrag leidt (zie voor een overzicht Mesken, 2006). Wel is uit recent neuropsychologisch onderzoek gebleken dat in situaties die om veel concentratie vragen (bijvoorbeeld complexe verkeerssituaties), personen die in een opgewekte stemming verkeren slechter presteren dan personen die tamelijk somber zijn (Van Steenbergen, 2012).

2.4. Conclusies over ondersteuning voor de theorie van Natuurlijk Sturen

Naar de invloed van het wegbeeld en de bredere wegomgeving op het rijgedrag is al veel onderzoek gedaan. Ook zijn er theorieën ontwikkeld over hoe die invloed werkt. Internationaal zijn er onder andere theorieën ontwikkeld over 'self explaining roads' en 'natural traffic calming'. In Nederland is theorie ontwikkeld en is onderzoek gedaan naar 'herkenbare vormgeving' en 'geloofwaardige snelheidslimieten'. Aan de hand van het schema over de aard van gedrag in *Afbeelding 2.1* is getracht uiteen te zetten wat de verschillen en overeenkomsten zijn tussen Natuurlijk Sturen en aanverwante principes, zoals die van herkenbare vormgeving en geloofwaardige snelheidslimieten. Verondersteld is dat het bij Natuurlijk Sturen vooral gaat om gedrag op basis van *verkennen* en *reflexen*, en bij herkenbare vormgeving met name om *bewuste keuzes* en *gewoontes*. Bij geloofwaardige snelheidslimieten ligt het accent op *gewoontes* en *reflexen*. Deze inzichten kunnen worden gebruikt om het onderscheid duidelijker te maken en beter in te schatten wat gevolgen van maatregelen kunnen zijn.

Hoewel er theoretische verschillen zijn, is onderzoek in het kader van herkenbare vormgeving en geloofwaardige snelheidslimieten, relevant voor Natuurlijk Sturen. Bij Natuurlijk Sturen tracht men onder meer door bomen en hagen – en in dit concrete Limburgse voorbeeld ook door rode fietsstroken en rode klinkervlakken – het gedrag en de aandacht van bestuurders te beïnvloeden. Dit zijn elementen waarvan de invloed op het rijgedrag al onderzocht is. Uit het onderzoek dat in dit hoofdstuk is besproken, kunnen we het volgende concluderen.

- Harde obstakels (bomen, gebouwen) die dicht langs de rand van de weg zijn geplaatst, verlagen de gemiddelde snelheid, mits ze niet de vorm hebben van continue begroeiing.
- Hagen en struiken langs de rand van de weg verhogen eerder de gemiddelde snelheid dan dat ze de gemiddelde snelheid verlagen.

- Begroeiing die het zicht belemmert (de lengte waarover men de weg kan overzien, maar mogelijk ook begroeiing waardoor men niet goed kan zien of er verkeer uit zijwegen komt), verlaagt de gemiddelde snelheid.
- (Rode) kantstroken verlagen niet of nauwelijks de gemiddelde snelheid, maar hebben wel tot gevolg dat weggebruikers meer naar het midden van de weg gaan rijden.
- Rode kantstroken verhogen de verwachting dat er fietsers kunnen zijn; overigens is uit een enkel onderzoek wel gebleken dat dit alleen geldt als er ook daadwerkelijk nu en dan fietsers zijn.
- De gemiddelde snelheid is op een oneffen wegdek lager dan op een effen wegdek.
- Er is enige evidentie dat weggebruikers sterker afremmen voor een rood kruispuntvlak dat vooraf wordt gegaan door ribbelmarkering dan in een identieke situatie waarbij het kruispuntvlak niet gekleurd is.

Om deze resultaten te kunnen begrijpen, is kort ingegaan op de cognitieve neuropsychologische theorieën over rijgedrag en waarneming. Belangrijk is het verschil tussen 'focal vision' en 'ambient vision' en tussen automatisch en gecontroleerd gedrag. Bij focal vision neemt men elementen in de verkeersomgeving waar, en worden de richtingen waarin men kijkt bepaald door de mentale structuren (schemata) die men in het brein heeft geactiveerd. Verwachtingen spelen hierbij een belangrijke rol. Bij ambient vision gaat het om de oriëntatie en de beleving van de snelheid. Uit fMRI-onderzoek is gebleken dat automobilisten voornamelijk 'op de automatische piloot' rijden. Een gevolg hiervan is dat psychologische beïnvloeding van het rijgedrag door middel van kenmerken van de weg en de wegomgeving, indringend en dus niet al te subtiel moet zijn. Op basis van de uitkomsten van recent hersen- en neuropsychologisch onderzoek is het voorts niet erg aannemelijk dat een mooi landschap tot veiliger verkeersgedrag leidt dan een minder harmonieus vormgegeven landschap. We hebben echter geen onderzoek kunnen vinden waarbij direct is onderzocht wat de invloed is van de esthetische beleving van het landschap op het rijgedrag.

Bedacht moet worden dat een deel van de genoemde kenmerken die leiden tot een lagere gemiddelde snelheid, ongunstig zijn voor de verkeersveiligheid. Tegen bomen langs de kant van de weg kan men immers botsen en door begroeiing kan het zicht worden belemmerd. Het is dus zeker niet zonder meer zo dat maatregelen die de snelheid kunnen verlagen – en daarmee positief zijn voor de verkeersveiligheid – dat uiteindelijk ook daadwerkelijk zijn.

3. Het huidige onderzoek: evaluatie van twee proeflocaties in Limburg

Bij de evaluatie van de twee proeflocaties in Limburg, staat de vraag centraal of deze nieuwe aanpak van weginrichting en gedragsbeïnvloeding inderdaad werkt (zie ook *Hoofdstuk 1*). Daarnaast heeft het Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Limburg (ROVL) ook de volgende vragen.

1. Wat is het effect van de maatregelen op het ongevalenbeeld, snelheid en overig (verkeers)gedrag?
2. Zijn de maatregelen duidelijk en begrijpt de weggebruiker de bedoeling?
3. Treden er (ongewenste) neveneffecten op, en welke zijn dat dan?
4. Ontstaan er conflicten met de geldende maatregelen en richtlijnen, en zijn deze conflicten toelaatbaar voor de verkeersveiligheid en duidelijkheid naar de weggebruiker?
5. Hoe kunnen we het beste omgaan met afwijkende materiaalkeuze en kleurgebruik, zodat dit maximaal effect sorteert en zo min mogelijk ongewenste effecten heeft?
6. Kan deze werkwijze overal worden toegepast, zoals in verblijfsruimtes en verkeersruimtes, of is dit snelheidsafhankelijk?

Om bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden, leggen we eerst een link met de aangebrachte manipulaties en de verwachtingen die de Radboud Universiteit Nijmegen (RUN) daarbij heeft geformuleerd. Vervolgens bekijken we of deze verwachtingen worden ondersteund door de literatuur die we specifiek over deze onderwerpen hebben kunnen vinden (zie *Hoofdstuk 2*). Tot slot lichten we toe hoe de nog openstaande vragen verder zijn uitgezocht.

3.1. Eerder geformuleerde verwachtingen bij de aangebrachte maatregelen op de proeflocaties in Limburg

De aangebrachte maatregelen op de proeflocaties in Limburg betreffen:

- a) rode fietsstroken op wegen buiten de bebouwde kom (Dorpsstraat bij Slenaken);
- b) komovergangen en andere aandachtslocaties, die zijn gemarkeerd met rode klinkervlakken dwars over de weg;
- c) hagen langs de weg buiten de bebouwde kom (Dorpsstraat bij Slenaken);
- d) schuin geplaatste hagen langs de wegwijk vlak vóór zijwegen (N281);
- e) kruispunten zijn met bomen gemarkeerd (N281).

De RUN heeft een inschatting gemaakt van het mogelijke effect van de aangebrachte maatregelen op het gedrag van automobilisten (zie *Hoofdstuk 1*). Hieronder staan de verwachtingen die in dit onderzoek zijn onderzocht. Bij elke verwachting staat vermeld of deze wordt ondersteund door de bestudeerde literatuur uit *Hoofdstuk 2*.

Ad a) rode fietsstroken

In situaties met rode kantstroken (in dit geval fietsstroken) is de snelheid van automobilisten lager dan in de situatie zonder rode kantstroken. Voor deze hypothese is geen ondersteuning gevonden in de literatuur.

Ad b) rode weglakken

Rode vlakken op de weg verlagen de snelheid van automobilisten. Hiervoor is enige ondersteuning gevonden in de literatuur, zij het dat het hierbij om kruispunten ging die bovendien vooraf werden gegaan door ribbelmarkering.

Rode vlakken op de weg zetten automobilisten aan tot verkenning. Dat blijkt doordat ze het wegbeeld breder scannen. Hierover zijn geen studies gevonden, maar op basis van de theorie over visuele aandacht van Trick en Enns (2009) is dit een aannemelijke verwachting.

Accentuering van de komgrens (komborden aan beide zijden van de weg, kort rood klinkervlak ter hoogte van komborden over de volle breedte van de weg en accentuering met heggen parallel aan de rijbaan tussen komborden en weg), zorgt voor een lagere snelheid binnen de bebouwde kom. Er is geen onderzoek gevonden dat deze hypothese ondersteunt.

Accentuering van de komgrens (zie vorige hypothese) zorgt ervoor dat automobilisten beter gaan verkennen. Dat blijkt doordat ze het wegbeeld breder scannen. Er is geen literatuur gevonden die deze hypothese bevestigt.

Ad c) en d) hagen langs de weg

Schuin geplaatste, in hoogte oplopende hagen links en rechts van de weg, verlagen de snelheid. Hiervoor is geen ondersteuning gevonden in de literatuur.

Ad e) bomen bij kruispunten

Een boom of enkele bomen bij een kruispunt in een verder kaal landschap (weiden), zet automobilisten aan tot verkenning. Dat blijkt doordat ze het wegbeeld breder scannen. Hiervoor is geen ondersteuning gevonden in de literatuur, maar zou op basis van de theorie over visuele aandacht van Trick en Enns (2009) wel mogelijk kunnen zijn.

De verwachtingen die geformuleerd zijn, gaan over snelheidsgedrag en aandacht. Voor zover we hier weinig of geen evidentie uit de literatuur hebben kunnen vinden die de verwachtingen ondersteunt of ontkracht, hebben we hier in de evaluatiestudie aandacht aan besteed. Daarnaast zijn de vragen van het ROVL van dien aard, dat ook een verkeerskundige analyse gewenst is.

Deze onderzoeken en analyses en de opzet daarvan, worden op hoofdlijnen beschreven in de volgende paragraaf. Een meer gedetailleerde beschrijving van de methode is te vinden in *Hoofdstuk 4*.

3.2. Opzet van het huidige onderzoek

In dit onderzoek zijn twee soorten gedragsstudies uitgevoerd. Het eerste is een kijkgedragonderzoek, om een indicatie te krijgen waar mensen hun aandacht op richten. Daarbij zijn ook metingen van het ervaren comfort zijn meegenomen als indicatie voor neigingen van het snelheidsgedrag. Daarnaast is een verkeerskundige verkenning uitgevoerd. Hieronder gaan we kort in op de opzet van beide onderzoeken.

3.2.1. *Kijkgedrag- en snelheidsonderzoek*

In verschillende studies waarbij onderzoek is gedaan naar de effecten van wegbeelden op gedrag, is gebruik gemaakt van een rijnsimulator. In dergelijke studies wordt bijvoorbeeld gevraagd of gekeken naar verwachtingen die worden opgeroepen, of naar het weggedrag in termen van snelheid en/of positie op de weg. Er is echter bijna geen onderzoek verricht naar de effecten van het wegbeeld en de wegomgeving op het kijkgedrag of aandacht. Juist het kijkgedrag speelt bij Natuurlijk Sturen waarschijnlijk een belangrijke rol (zie onder andere Trick & Enns, 2009).

Gedrag waaruit verkenning van de omgeving zou kunnen blijken, is bijvoorbeeld als bestuurders in bepaalde situaties meer om zich heen kijken. Voorbeelden van dergelijke situaties zijn bomen langs de weg bij kruispunten en rode vlakken op de weg. Een aantal kenmerken die zijn aangebracht op de proeflocaties (bomen en rode vlakken), zouden moeten leiden tot veranderingen in de focal vision (zie *Paragraaf 2.2*). Bij de genoemde proeflocaties wordt ook geprobeerd om gedrag (vooral snelheidsgedrag) te beïnvloeden via ambient vision, bijvoorbeeld via schuin geplaatste hagen. De beleving van snelheid kan niet direct worden afgeleid uit fixaties en saccades, maar deelnemers aan een onderzoek kunnen wel aangeven of ze zich bij een bepaalde snelheid in een bepaalde wegomgeving comfortabel voelen of niet.

Om zowel visuele aandacht als snelheidsneigingen te onderzoeken in een Natuurlijk Sturen-omgeving, zijn in dit onderzoek gedetailleerde animatie-filmpjes gemaakt. Daarbij is het perspectief van een bestuurder genomen die rijdt in zowel de situatie voordat de Natuurlijk Sturen-maatregelen zijn aangebracht (de voorsituatie) als daarna (de nasituatie). De 'bestuurders' rijden op de twee wegen uit de Limburgse praktijkproef: de Dorpsstraat bij Slenaken (50 km/uur en 60 km/uur) en de N281 tussen Baneheide en Nijswiller (80 km/uur) (zie *Bijlage C*). Deze filmpjes zijn op een computer aan de deelnemers getoond. Daarbij zijn hun oogbewegingen gemeten en moesten ze tijdens ieder filmpje aangeven of ze zich comfortabel voelden met de gepresenteerde snelheid. Deze snelheden waren realistisch maar niet al te laag.

Van elke deelnemer is nagegaan of de oogbewegingen in de voorsituatie anders waren dan in de nasituatie. Dit is gedaan voor de gehele lengte van iedere rit, en ook bij de specifieke kenmerken in iedere rit (bijvoorbeeld in de omgeving van de stukken van de weg die in de nasituatie rood waren gekleurd). Tevens is van iedere proefpersonen nagegaan of zijn gevoel van comfort bij de gereden snelheid in de voorsituatie anders was dan in de nasituatie.

3.2.2. *Verkeerskundige analyse*

De verkeerskundige analyse betreft een informele verkeersveiligheidsinspectie van de N281 en de Dorpsstraat bij Slenaken. Voor deze informele inspectie is gekozen vanwege budget-technische redenen. De beoordeling is uitgevoerd op basis van foto- en filmmateriaal (zowel werkelijk als geanimeerd, omdat de animaties de beoogde situatie in sommige gevallen beter weergaven dan de werkelijke beelden). Daarnaast is ook *Google Earth* gebruikt voor analyses van zijwegen die in het filmmateriaal niet duidelijk

zichtbaar waren. Het doel van de verkeerskundige analyse was om afwijkingen in het ontwerp te benoemen en eventuele veiligheidsconsequenties daarvan in te schatten (met name in relatie tot vraag 4 van het ROVL).

4. Methode

In het vorige hoofdstuk zagen we dat dit SWOV-onderzoek bestaat uit twee deelstudies. In het eerste deel, het kijkgedrag- en snelheidsonderzoek, staan de weggebruikers centraal. In het tweede deel, de verkeerskundige analyse, gaat het om de professionele kennis van een veilig wegontwerp (inrichting en uitrusting). In dit hoofdstuk gaan we in op de gehanteerde onderzoeksmethode van beide delen. Eerst bespreken we het onderzoek rond de weggebruiker (*Paragraaf 4.1*), daarna de verkeerskundige analyse (*Paragraaf 4.2*).

4.1. Weggebruikersonderzoek

4.1.1. Deelnemers aan het weggebruikersonderzoek

Voor het weggebruikersonderzoek zijn deelnemers geworven via verschillende kanalen: het proefpersonenbestand van de SWOV, oproepen op websites van een aantal buurtverenigingen in Maastricht, een gratis advertentiesite in Maastricht, en via informele contacten voor de omgeving van Den Haag en in Limburg. Voor dit onderzoek is het ondanks herhaalde oproepen niet gelukt om in afzienbare tijd voldoende deelnemers in Limburg te vinden.

Aan dit onderzoek heeft uiteindelijk een gestratificeerde steekproef van 34 respondenten uit de omgeving van Den Haag deelgenomen (zie ook Davidse et al., 2007). De deelnemers moesten in het bezit zijn van een rijbewijs (B) en minimaal 5.000 kilometer per jaar rijden. Verder was het van belang dat zij zowel dichtbij als veraf goed konden zien (eventueel met bril, géén multifocale bril), goed in staat waren kleuren waar te nemen en goed stil konden zitten.

Alle deelnemers zijn individueel getest. Er zijn in totaal 3 deelnemers uitgevallen omdat hun oogbewegingen niet voldoende konden worden geregistreerd. De analyses zijn daarom uitgevoerd met data van 31 deelnemers, van wie 13 vrouwen (42%) en 18 mannen (58%). Informatie over deze deelnemers is weergegeven in *Tabel 4.1*.

Kenmerk	Vrouw (n = 13)		Man (n = 18)	
	Gem.	SD	Gem.	SD
Leeftijd	43,92	(13,79)	51,11	(14)
Aantal jaar rijbewijs	23,38	(12,96)	31,06	(14,5)
Leeftijdsspanne	23 tot 65 jaar		24 tot 75 jaar	
Kilometrage per jaar	%	n	%	n
0 - 5000 kilometer per jaar	3,2	1	3,2	1
5.000 - 10.000 kilometer per jaar	19,4	6	6,5	2
10.000 - 15.000 kilometer per jaar	9,7	3	19,4	6
15.000 - 20.000 kilometer per jaar	3,2	1	6,5	2
Meer dan 20.000 kilometer per jaar	6,5	2	22,6	7

Tabel 4.1. Kenmerken van de deelnemers.

4.1.2. *Materiaal*

Voor dit onderzoek zijn gedetailleerde animaties gemaakt van zowel de voor- als nasituaties van de N281 en de Dorpsstraat bij Slenaken (zie *Hoofdstuk 1; Bijlage A*). Alle films zijn in beide rijrichtingen gemaakt, met uitzondering van provinciale weg N281. Voor dit gebied zijn alleen animatiefilms ‘heuvelaf’ gemaakt in de richting van Nijswiller.

Alle animaties zijn gemaakt met een resolutie van 1280x760 vanuit het perspectief van de bestuurder en gebaseerd op de werkelijkheid; in de nasituatie zijn de kenmerken wel zodanig aangebracht als de provincie had gevraagd. In werkelijkheid waren de bomen en hagen nog niet volgroeid. De snelheid waarmee de bestuurder in de animatie ‘reed’, was gelijk aan de gemeten gemiddelde daadwerkelijke snelheden uit de metingen in de voorsituatie. De animaties duurden gemiddeld tussen 24 en 55 seconden.

Om de oogbewegingen van de deelnemers te registreren, zijn de animaties vertoond op een *Tobii T120 Eye Tracker*, met een 17” scherm en een beeldfrequentie van 120Hz. De gemiddelde afstand van de ogen van de deelnemer tot het midden van het beeldscherm was 60 centimeter. Deze afstand resulteerde in een horizontaal visueel veld van ongeveer 32 graden.



Afbeelding 4.1. *Onderzoeksopzet met eye tracker.*

4.1.3. *Procedure*

Alle deelnemers zijn uitgenodigd om naar het kantoor van de SWOV in Leidschendam te komen, waar het experiment werd afgenomen. Na ontvangst van de toestemmingsverklaring voor deelname aan het onderzoek, heeft de proefleider uitgelegd wat er van de deelnemer werd verwacht.

De deelnemer nam hierna plaats voor de eye tracker. Vóór aanvang van het experiment kon de deelnemer oefenen met twee proeffilms, waarna de eye tracker op de ogen van de deelnemer werd gekalibreerd. Deze kalibratie duurde maximaal één minuut. Na een correcte kalibratie startte het

experiment. De deelnemer werd gevraagd om gedurende het experiment de ogen op het scherm gericht te houden. Na iedere film stelde de proefleider twee vragen:

1. Waren er zaken in de film die uw aandacht trokken?
2. Tijdens de film heeft u aan kunnen geven hoe comfortabel u zich voelde. Waren er momenten dat u zich niet comfortabel voelde en u uw snelheid heeft aangepast?

Na het afronden van de test stelde de proefleider nog drie algemene vragen over het verloop van het onderzoek, namelijk:

1. Waren de instructies duidelijk?
2. Heeft u moeite gehad met het stilzitten?
3. Heeft u zich misselijk gevoeld?

De antwoorden op deze vragen zijn gebruikt als controle en om eventuele vreemde zaken in de data achteraf te kunnen duiden.

Ten slotte kreeg de deelnemer de toegezegde VVV Cadeaubon van tien euro en werd er een declaratieformulier voor de reiskosten ingevuld en ondertekend. Het onderzoek duurde in totaal maximaal drie kwartier.

4.1.4. *Taak*

Bij aanvang van het experiment is de deelnemer gevraagd zich voor te stellen dat hij bestuurder is van een auto waarvan het zicht door de voorruit op het computerscherm vóór hem zichtbaar is. De deelnemer kon de snelheid waarmee gereden werd niet beïnvloeden. Hij kon wel door middel van het toetsenbord aangeven hoe comfortabel hij de snelheid tijdens de rit ervoer. Door een toets op de linkerzijde van het toetsenbord in te drukken, kon de deelnemer aangeven dat hij op dat moment minder hard zou hebben gereden als in het filmpje te zien was. Aan de rechterzijde van het toetsenbord kon de deelnemer aangeven als hij op dat moment harder had willen rijden. Hij hield de toets ingedrukt totdat hij de snelheid weer als comfortabel ervoer. Als hij de snelheid prettig vond, werd er geen toets ingedrukt.

Na het beantwoorden van de vragen, startte de proefleider de volgende film. Dit gedeelte van de test (start film 1 tot en met einde film 10) duurde in totaal, afhankelijk van de lengte van de antwoorden van de deelnemers, maximaal 15 minuten.

Om mogelijke leereffecten uit te middelen, heeft de helft van de proefpersonen van een bepaalde situatie eerst de voorsituatie en de andere helft eerst de nasituatie en daarna de voorsituatie 'gereden'. Het aantal voor- en nasituaties als eerste rit was voor elke proefpersoon gelijk.

4.1.5. *Data-analyse*

4.1.5.1. Oogbewegingenanalyse

De data van de eye tracker zijn geanalyseerd op de richting waarin gekeken wordt, waarbij vooral gelet is op de blikrichting in de breedte. De totale beeldbreedte bestaat uit 1280 pixels. Dit betekent dat een fixatie geheel links van het beeldscherm te herkennen is aan breedtecoördinaat 0 en een

fixatie geheel rechts aan breedtecoördinaat 1280. Een fixatie precies in het midden van het beeldscherm heeft dus breedtecoördinaat 640.

Naast de kijkrichting in de breedte is geanalyseerd wat de spreiding van de fixaties in het horizontale vlak was. Kijkt de deelnemer afwisselend links of rechts (breed scannen), of kijkt de deelnemer voornamelijk recht vooruit (smal scannen)? De spreiding van de fixaties in de breedte zijn uitgedrukt in de standaarddeviatie (SD).

Met behulp van variantieanalyse (ANOVA) met herhaalde metingen is nagegaan of er tussen de voor- en nasituaties significante verschillen waren in de kijkrichting en de spreiding in kijkrichting. Voordat deze toetsen zijn uitgevoerd, is nagegaan of er werd voldaan aan de eisen van parametrisch toetsen (normaliteitstoets en sfericiteitstoets). Daar waar niet aan de eisen werd voldaan, is een logaritmische transformatie op de data uitgevoerd. Door deze transformaties werd in bijna alle gevallen aan de eisen van parametrisch toetsen voldaan. In de resultatensectie is aangegeven wanneer een transformatie is uitgevoerd.

Verschillen in de voor- en nasituatie zijn als statistisch significant bestempeld bij een $\alpha < 0,05$. Naast significanties is gekeken naar de effectgrootte van de verschillen. Bij de parametrische testen is de effectgrootte uitgedrukt in 'eta kwadraat' (η^2). Volgens Cohen (1988) geeft een $\eta^2 = 0,01$ een klein effect aan, een $\eta^2 = 0,06$ een matig effect en een $\eta^2 = 0,14$ een groot effect.

4.1.5.2. Comfortanalyse

Bestuurders konden gedurende een 'rit' van moment tot moment aangeven hoe comfortabel zij zich voelden met betrekking tot de snelheid (zie *Paragraaf 4.1.4*). Er is gemeten hoeveel procent van de totale tijd deelnemers hebben aangegeven dat ze sneller zouden willen of juist langzamer zouden willen rijden om zich comfortabel te voelen. De waarde van dit getal ligt tussen 0 en 1. Heeft men nooit de knop 'het gaat me te snel' ingedrukt, dan is de waarde 0 en heeft men al direct bij het begin de knop 'het gaat me te hard' ingedrukt en die knop gedurende de hele 'rit' ingedrukt gehouden, dan is de waarde 1.

Alvorens de comfortscores te analyseren, is eerst getest of werd voldaan aan de eis van normaliteit. Dit bleek dusdanig vaak niet het geval dat bij de analyse van alle comfortscores gebruik is gemaakt een non-parametrische toets: de 'Wilcoxon signed-rank test'. De effectgrootte is uitgedrukt met de Pearsons correlatiecoëfficiënt (r). Volgens Cohen (1988) geeft een $r = 0,10$ een klein effect, een $r = 0,30$ een matig effect en een $r = 0,50$ een groot effect.

4.2. Verkeerskundige analyse

In deze analyse zijn de wegbeelden van het ontwerp (van de infrastructuur) in de voor- en nasituatie visueel beoordeeld vanuit een verkeerskundig oogpunt. Bij deze beoordeling is hoofdzakelijk gebruikgemaakt van video-beelden van de provincie Limburg vóór het aanbrengen van de Natuurlijk Sturen-maatregelen, en van de animatiefilms van de voor en nasituaties op de N281 en de Dorpsstraat bij Slenaken. Daarnaast is *Google Earth* gebruikt voor een meer algemene oriëntatie van de plaatselijke omgeving, vooral gezien vanuit de zijwegen.

De verkeerskundige analyse kan worden gezien als een informele verkeersveiligheidsinspectie, omdat het niet de formele rapportage en afhandeling omvat (zie Aarts (red.), 2011). De werkwijze is er vooral op gericht om (afwijkende) ontwerp- en inrichtingskeuzes te benoemen en mogelijke verkeersveiligheidsconsequenties daarvan in te schatten. De principes van Duurzaam Veilig (zie bijvoorbeeld Wegman & Aarts, 2005) spelen hierbij een rol. Daarbij gaat het dan vooral om de principes functionaliteit, herkenbaarheid en homogeniteit.

5. Resultaten

In dit hoofdstuk worden allereerst de analyses van het kijkgedrag (visuele aandacht) en de comfortcores (snelheid) van de deelnemers weergegeven (*Paragraaf 5.1*). De resultaten zijn ingedeeld per locatie en richting. De tabellen van alle gemiddelden, standaarddeviaties, F- en *p*-waarden van de analyses voor het kijkgedrag en de tabellen van de Mediaan, *z*- en *p*-waarden voor de comfortcores zijn opgenomen in *Bijlage D*. In *Paragraaf 5.2* wordt de verkeerskundige analyse van de twee locaties besproken.

5.1. Weggebruikersonderzoek

5.1.1. De N281

5.1.1.1. Gehele traject

Wanneer we kijken naar het gehele traject van de N281, zijn de kijkrichting en de spreiding in kijkgedrag in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie ongewijzigd. De kijkrichting van de deelnemers was bij benadering op het midden gericht (zie *Tabel D.1*).

In *Tabel D.2* zijn de resultaten weergegeven van de comfortcores (zowel in de neiging om te vertragen als de neiging om te versnellen) van de deelnemers voor het hele traject. De aanpassing in snelheid is in de nasituatie ongewijzigd ten opzichte van de voorsituatie.

5.1.1.2. Effect van hagen en bomen op locaties 1a en 1b

Op de locaties 1a en 1b (zie *Afbeelding 1.1*) zijn in aanloop naar de kruising hagen in oplopende hoogte aangebracht. Op een van de kruisingen met de N281 zijn bomen geplaatst. Als we beide locaties apart bekijken, heeft dit niet geleid tot een verandering in kijkrichting en spreiding in kijkgedrag in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.3* en *D.4*).

Op zowel locatie 1a als 1b is tussen de voor- en nasituatie ook geen verschil gevonden in het ervaren comfort (zie *Tabel D.5* en *D.6*). Het merendeel van de deelnemers had zowel in de voor- als in de nasituatie niet de behoefte de snelheid aan te passen.

5.1.2. De Dorpsstraat Slenaken

5.1.2.1. Gehele traject ter hoogte van locatie 2a

Richting Epen

Over het hele traject, rijdend in de richting vanuit het dorp naar buiten de bebouwde kom, is de kijkrichting en de comfortscore (alleen vertragen bleek relevant) van de deelnemers in de nasituatie onveranderd ten opzichte van de voorsituatie. De spreiding in het kijkgedrag is wel veranderd: in de voorsituatie kijkt men breder dan in de nasituatie ($F(1,29) = 7,87$; $p = 0,012$; $\eta^2 = 0,191$; zie *Tabel D.7* en *D.8*).

Richting Hoogcruts

Ook in de omgekeerde rijrichting (het dorp in) vinden we dat het kijkgedrag van de deelnemers in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie ongewijzigd is. De spreiding in het kijkgedrag en de comfortscores zijn eveneens onveranderd in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.9* en *D.10*).

5.1.2.2. Effect van rode vlakken bij de scherpe bocht op locatie 2a

Richting Epen

Op deze locatie is geen verschil gevonden in de kijkrichting in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie in de rijrichting 1. Zoals in *Afbeelding 5.1* zichtbaar is gemaakt, wordt er door de deelnemers overwegend naar rechts gekeken.



Afbeelding 5.1. *Fixatiepunten van deelnemers in voor- en nasituatie locatie 2a.*

De spreiding in het kijkgedrag en de comfortscore zijn eveneens onveranderd in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.11* en *D.12*).

Richting Hoogcruts

Vanuit de andere rijrichting, dorp in (rijrichting 2), vinden we nog voor de scherpe bocht richting het dorp het volgende: op deze locatie is bij het binnenrijden van de kom de kijkrichting van de deelnemers meer op links gericht, zowel in de voor- als in de nasituatie. De spreiding in het kijkgedrag en de comfortscores zijn in de voor- en nasituatie gelijk (zie *Tabel D.13* en *D.14*).

In rijrichting 2 is ook gekeken naar het gedrag ter hoogte van de rode vlakken bij locatie 2a in het dorp zelf. Het kijkgedrag van de deelnemers is bij deze locatie meer op rechts gericht en is ongewijzigd in de nasituatie. In de nasituatie kijkt men echter wel breder dan in de voorsituatie ($F(1,29) = 11,99$; $p = 0,002$; $\eta^2 = 0,29$; zie *Tabel D.15*). De comfortscore is onveranderd in voor- en nasituatie (zie *Tabel D.16*).

5.1.2.3. Effect van rode fietsstroken na komborden op locatie 2a

Richting Epen

De kijkrichting en de comfortscore van de deelnemers op deze locatie is in de nasituatie onveranderd ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.17* en *D.18*). In de nasituatie kijkt men echter wel minder breed dan in de voorsituatie ($F(1,29) = 12,29$; $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,291$).

5.1.3. Locaties 2b en 2c

5.1.3.1. Gehele traject ter hoogte van locaties 2b en 2c

Richting Epen

De kijkrichting van de deelnemers is op deze locatie in de nasituatie onveranderd ten opzichte van de voorsituatie en was over het algemeen iets meer op rechts gericht. De spreiding in het kijkgedrag is in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie wel veranderd: over het hele traject is men minder breed gaan kijken ($F(1,29) = 6,79$; $p = 0,014$; $\eta^2 = 0,18$; zie *Tabel D.19*).

Ook de comfortscores zijn in de nasituatie niet anders dan in de voorsituatie (zie *Tabel D.20*).

Richting Hoogcruts

In de andere rijrichting is de kijkrichting van de deelnemers over het gehele traject gezien in de nasituatie meer op links gericht dan in de voorsituatie ($F(1,29) = 42,83$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,59$). In de nasituatie is de spreiding in het kijkgedrag en de comfortscore echter onveranderd ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.21* en *D.22*).

5.1.3.2. Effect van het rode klinkervlak op locatie 2c

Richting Epen

De kijkrichting in de nasituatie meer op rechts gericht dan in de voorsituatie ($F(1,29) = 42,88$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,59$). De spreiding in kijkgedrag en de comfortscore is echter onveranderd in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.23* en *D.24*).

Richting Hoogcruts

De kijkrichting van de deelnemers is in de nasituatie meer naar links gericht dan in de voorsituatie ($F(1,29) = 9,66$; $p = 0,004$; $\eta^2 = 0,25$). De spreiding in het kijkgedrag en de comfortscore zijn onveranderd in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.25* en *D.26*).

5.1.3.3. Effect van het rode klinkervlak en komborden op locatie 2b

Richting Epen

Het kijkgedrag in de nasituatie richt zich meer op het midden dan in de voorsituatie ($F(1,29) = 5,06$; $p = 0,032$; $\eta^2 = 0,144$; zie *Tabel D.27*). De spreiding in het kijkgedrag is in de nasituatie verbreed ten opzichte van de voorsituatie ($M = 51$; $F(1,29) = 17,28$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,37$; zie *Tabel D.27*). De comfortscore van de deelnemers is in de nasituatie onveranderd ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.28*).

Richting Hoogcruts

Deelnemers bleken in de nasituatie meer naar rechts te kijken dan in de voorsituatie ($F(1,29) = 5,73$; $p = 0,023$; $\eta^2 = 0,16$; zie *Tabel D.29*). De spreiding in kijkgedrag is minder breed in de nasituatie dan in de voorsituatie ($F(1,29) = 16,69$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,36$; zie *Tabel D.29*). De comfortscore is wel onveranderd in de nasituatie ten opzichte van de voorsituatie (zie *Tabel D.30*).

5.2. Verkeerskundige analyse

Het Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Limburg (ROVL) wil graag inzicht in zowel de positieve als de negatieve effecten van de genomen Natuurlijk Sturen-maatregelen (zie *Paragraaf 1.2*). Omdat de maatregelen worden geïntegreerd met de bestaande infrastructuur, wordt de verkeerskundige beoordeling niet alleen gericht op de betreffende maatregelen, maar op de (verkeers)infrastructuur in zijn geheel.

5.2.1. Hagen langs de N281 en bomen bij kruispunten

Zoals al in *Hoofdstuk 1* is aangegeven, betreft het onderzochte deel van de N281 een traject van circa 1,5 kilometer gebiedsontsluitingsweg met een snelheidslimiet van 80 km/uur (GOW80). Vanaf het noordoosten loopt de weg door enkele bossen en heeft de weg een flauwe horizontale bocht gevolgd door een (verticale) topboog, een verticale rechtstand en een voetboog. Het hellingspercentage is circa 6% met een lengte van circa 1000 meter.

Aan het eind van de verticale rechtstand bevindt zich een (voorrangs)kruispunt met de Oude Bocholtzerweg. Op de noordwestelijke tak van het kruispunt bevinden zich (grote) bomen. Op de zuidoostelijke tak (Oude Bocholtzerweg) zijn ook bomen aangeplant. Op termijn moeten deze bomen de aanwezigheid van het kruispunt benadrukken.

Op de noordoostelijke tak van het kruispunt zijn aan weerszijden van de N281 drie heggen schuin ten opzichte van de weg aangelegd (zie *Hoofdstuk 1* en *Bijlage C*). Na dit kruispunt volgt aan zuidelijke kant een bushalte, de aansluitingen met Kolmonderbosweg/Kolmonderstraat, waar ook bomen aan weerszijde van de N281 zijn geplant om het kruispunt te benadrukken. De N281 eindigt bij de 3-taks (turbo)rotonde met de N278.

De weg heeft een (voor een deel) onderbroken asmarkering waarbij inhalen wordt toegestaan waar zichtafstanden dit toelaten. De kantmarkering is doorgetrokken.

5.2.1.1. Analyse

Uit de beoordeling van de video-, foto- en computeranimatiebeelden van het traject kan het volgende worden opgemerkt.

- De markering op dit deel van de N281 is niet conform de aanbevelingen van het Handboek Wegontwerp (HWO) of de essentiële herkenbaarheidkenmerken (EHK) (CROW, 2002). Met de huidige vormgeving is de weg voor (niet plaatselijke) weggebruikers mogelijk minder herkenbaar als GOW80. Op dit deel van de N281 (tussen het kruispunt Baneheide en het kruispunt met de N278) wordt landbouwverkeer wel toegestaan en is inhalen toegestaan. Dit is niet een wenselijke situatie vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid.
- Het zicht vanuit de beide zijtakken bij het kruispunt met de Oude Bocholtzerweg, dreigt te worden belemmerd door enerzijds de oude bomen/stuiken (zuidtak) en anderzijds door de nieuw aangelegde heggen. Vanuit noordoostelijke richting zullen de nieuw aangelegde heggen, vooral als deze vol in blad staan, het kruispunt bijna geheel aan

het zicht van bestuurders op de N281 onttrekken, vooral bij hogere snelheden en in het donker.

- Het fietspad (aan de noordkant) wordt door de nieuwe heggen afgeschermd van het verkeer op N281, een situatie die tot ernstige conflicten kan leiden tussen verkeer dat rechts afslaat naar de Hofstraat en fietsers langs de N281.
- Hoewel de heggen per definitie geen obstakels zijn, kunnen ze wel als obstakels worden gezien, vooral omdat ze binnen de obstakelvrijzone zijn aangelegd. Vooral in de avonduren en in vol blad kunnen de heggen als obstakels worden gezien, waardoor automobilisten meer naar links kunnen gaan rijden.
- De heggen ter hoogte van het kruispunt met de Kolmonderstraat liggen vlak voor een relatief grote asverspringing, waardoor deze wordt benadrukt. Dit kan een gunstig effect hebben op snelheden van verkeer vanuit noordoostelijke richting. De aanwezigheid van verlichting op deze locatie verhoogt de veiligheid. Een nadeel van de heggen is dat zij het zicht op fietsers (voor verkeer dat vanuit noordoostelijke richting rechts afslaat) belemmeren.
- De bomen die bij het kruispunt met de Kolmonderstraat zijn aangebracht liggen vrij dicht aan de weg, vooral gezien de richting van de asverspringing. Zij vormen een botsonvriendelijk obstakel bij stamdiktes groter dan 8 centimeter. Ze kunnen er bovendien voor zorgen dat verkeer meer naar het midden van de weg gaat rijden, met mogelijk meer frontale conflicten tot gevolg.
- Een rij met bomen die een weg haaks kruist, geeft vaak de aanwezigheid van een kruisende weg aan. Op de N281 is gekozen om slechts bomen op de hoeken van de twee kruispunten te planten.

5.2.2. *Fietsstroken en rode klinkervlakken op de Dorpsstraat bij Slenaken*

De Dorpsstraat in Slenaken is een GOW met binnen de kom een 50km/uur-limiet en buiten de bebouwde kom een erftoegangsweg (ETW) met een 60km/uur-limiet. Aan de oostkant van Slenaken heeft de weg een scherpe bocht, gecombineerd met hellingen van circa 4%. Door het dorp en aan de NW-kant is de weg rechter met wat flauwe bochten en hellingen. De komgrens aan de noordoostkant ligt in de bocht (locatie 2a) en aan noordwestkant circa 200 meter ten noorden van het dorp (locatie 2b). In de nieuwe situatie heeft de weg zowel binnen als buiten de bebouwde kom aan weerszijden een fietsstrook (buiten de bebouwde kom in rood asfalt), gescheiden door een onderbroken kantmarkering. De weg heeft zowel in de voor- als nasituatie geen asmarkering.

Op enkele (gevaarlijke) locaties is het wegdek over korte lengte (<50 meter) vervangen door rode klinkers. Het betreft een deel van de Dorpsstraat te hoogte van de bushalte en boerderij ten zuiden van de aansluiting met de Beutenaken (locatie 2c) en de beide komgrenzen (locatie 2b en 2a).

Buiten de bebouwde kom heeft de Dorpsstraat een landelijk uitstraling met veel bomen dicht langs de weg. Tevens heeft de weg aansluitingen met erven, kleinere landwegen en andere ETW's en GOW's.

5.2.2.1. Analyse van het deel ETW60 (Dorpsstraat buiten Slenaken)

- Het verticale en horizontaal alignement (verloop van de weg) beperken het zicht op de kruispunten en erfaansluitingen. Het plaatselijk ruim ogende dwarsprofiel (zelfs in de situatie met rode fietsstroken) kan leiden tot te hoge snelheden op juist deze kritieke punten.
- De kruispunten zijn niet voorzien van snelheidsremmende of attentieverhogende maatregelen, waardoor – in combinatie met het brede dwarsprofiel – te verwachten is dat hier te hard wordt gereden.
- Op slechts enkele locaties zijn attentieverhogende maatregelen aangebracht op wegvakken (nasituatie: rode klinkervlakken). Er zijn echter geen snelheidsremmers aanwezig, waardoor het maar de vraag is of deze vlakken tot snelheidsremming zullen leiden (zie ook *Hoofdstuk 2* en de resultaten van de comfortstudie).
- Het aanleggen van aparte fietsstroken in rood asfalt op ETW60, is alleen gebruikelijk als er behoorlijk veel fietsverkeer op de betreffende weg is. Als fietsintensiteiten laag zijn, dan is de situatie mogelijk ongeloofwaardig en kan de verkeersveiligheid voor de paar fietsers in het gedrang komen.

5.2.2.2. Analyse van de overgangen van ETW60 naar GOW50 en vice versa

- Naast de attentieverhogende rode klinkers ter hoogte van de komgrenzen, zijn geen aanvullende maatregelen getroffen om de snelheid te remmen.
- Daarnaast verandert het wegbeeld weinig, waardoor weggebruikers mogelijk te weinig duidelijk wordt dat ze naar een ander wegtype overgaan (van ETW60 naar GOW50 en vice versa).

5.2.2.3. Analyse van het deel GOW50 (Dorpsstraat in Slenaken)

- Ongeacht de aanwezigheid van bebouwing heeft de weg nog steeds een landelijke uitstaling. Dit komt voornamelijk door de inrichting van de weg. Deze is niet conform de eisen voor een GOW50: er ontbreekt een asmarkering en gescheiden fietsvoorzieningen (fietsstroken toegestaan) en oversteekvoorzieningen bij kruispunten. Hierdoor zullen snelheden mogelijk niet of te weinig worden aangepast en is de weg ook voor de weggebruiker niet herkenbaar als GOW50.

6. Conclusies, discussie en aanbevelingen

6.1. Algemene bevindingen

Op twee proeflocaties in Limburg zijn verschillende Natuurlijk Sturen-maatregelen aangebracht. In dit rapport stond de vraag centraal welke effecten deze maatregelen hebben op enerzijds het kijkgedrag van automobilisten, en anderzijds op het ervaren comfort door de rijnsnelheid. Daarnaast is vanuit verkeerskundig perspectief gekeken naar de veiligheid van de twee proeflocaties en de aansluiting van de aangebrachte maatregelen met bestaande richtlijnen. De onderzoeksvragen en verwachtingen waren voor dit onderzoek geformuleerd aan de hand van Natuurlijk Sturen-maatregelen op twee locaties: de N281 tussen Baneheide en Nijswiller en de Dorpsstraat te Slenaken. Niet voor alle maatregelen is ondersteuning gevonden in de literatuur (zie *Hoofdstuk 2*). Desondanks was de verwachting dat een aantal maatregelen zouden leiden tot een verhoogde aandacht van de verkeersdeelnemer en tot een tendens om de snelheid te verlagen.

In dit onderzoek (zowel uit de comfortscores als uit de verkeerskundige analyse) zijn geen aanwijzingen gevonden dat de betreffende Natuurlijk Sturen-maatregelen in de context waarin ze zijn aangebracht, zullen leiden tot snelheidsverlaging. Een aantal maatregelen resulteert wel in een ander kijkgedrag van de verkeersdeelnemers. Vanuit de verkeerskundige analyse is bovendien de vinger gelegd op mogelijk negatieve effecten van de aangebrachte maatregelen. In de volgende paragrafen gaan we in op de resultaten van de verschillende Natuurlijk Sturen-maatregelen op de twee proeflocaties in Limburg. In *Tabel 6.1* zijn de bevindingen per maatregel samengevat.

6.1.1. Hagen

Hagen (recht of schuin geplaatst) langs de weg bleken in dit onderzoek geen neiging tot vertragen op te roepen.

Verondersteld wordt dat schuin geplaatste hagen aan weerszijden van de N281 bij Baanheide zouden leiden tot een optische versnelling, waardoor bestuurders geneigd zouden zijn langzamer te gaan rijden. Dit beoogde effect is in dit onderzoek niet gevonden. De deelnemers toonden geen neiging om hun snelheid op deze locatie aan te passen. Deze onderzoeksresultaten komen overeen met eerder onderzoek (De Ridder & Brouwer, 2002), waarin werd geconcludeerd dat zachtere, langgerekte vormen direct naast de weg de snelheid niet verlagen.

Deelnemers hadden dus niet de neiging om langzamer te willen rijden. Dat kan mogelijk verklaard worden doordat bestuurders de hagen niet als gevaarlijk botsobstakel ervaren. Een andere verklaring kan zijn dat de hagen ten opzichte van het achtergelegen bos weinig contrast bieden, waardoor ze geen of te weinig invloed hebben op veranderingen in de 'optic flow' en

Maatregel	Locatie	Verwachting (Hoofdstuk 2)	Verwacht effect uit literatuur	Kijkrichting	Kijkbreedte	Behoeft tot vertragen	Verkeerskundige analyse
Schuine hagen langs weg, vóór kruispunten	1a, 1b	5	Geen snelheidsverlaging. Mogelijk wordt meer schoonheid ervaren indien men nog niet is gewend aan omgeving. Onbekend of dit tot minder stress leidt.	Midden; geen verschil <i>voor-na</i>	Geen verschil <i>voor-na</i>	Geen verschil <i>voor-na</i>	Belemmeren uitzicht op zijwegen en fietsers, vooral bij volle wasdom. Kunnen als obstakel worden gezien → meer naar midden van weg rijden → meer frontale conflicten.
Bomen bij kruispunten	1a, 1b	4	Onbekend effect. Mogelijk wordt landschap meer verkend. Als herkenningstekken van kruispunten afhankelijk van andere elementen in omgeving en consequente toepassing.	Midden; geen verschil <i>voor-na</i>	Geen verschil <i>voor-na</i>	Geen verschil <i>voor-na</i>	Belemmeren uitzicht op zijwegen. Botsobstakel bij Kolmonderstraat. Bomen op alleen hoekpunten van kruising zal geen associatie met kruisende weg oproepen.
Rode fietsstroken <i>buiten</i> de bebouwde kom	2a, 2c	1	Geen snelheidsverlaging. Er wordt meer rekening gehouden met fietsers.	Midden; geen verschil <i>voor-na</i>	Minder breed kijken <i>na</i>	Geen verschil <i>voor-na</i>	Breed dwarsprofiel leidt ook met stroken tot hoge snelheden. Rode fietsstroken passen bij ETW60 indien fietsintensiteit hoog is, anders mogelijk ongelofwaardig.
Rode fietsstroken <i>binnen</i> de bebouwde kom, geen asmarkering	2a	1	Geen snelheidsverlaging. Er wordt meer rekening gehouden met fietsers.	Midden; geen verschil <i>voor-na</i>	Minder breed kijken <i>na</i>	Geen verschil <i>voor-na</i>	Weg heeft nog steeds landelijke uitstraling en is niet conform richtlijnen van GOW50. Daarom mogelijk verkeerde verwachtingen en snelheid.
Rode klinkervlakken bij komovergangen + accentuering komgrens	2a, 2b	2, 3, 6 en 7	Mogelijk snelheidsverlaging doordat klinkers trillingseffect hebben. Mogelijk wordt omgeving meer verkend (breder scannen).	Kijken in richting van scherpe bocht (2a), geen verschil <i>voor-na</i> . Meer naar midden (dorp in) en rechts (dorp uit) <i>na</i> (2b)	Breder kijken <i>na</i> ; dorp uit juist smaller scannen <i>na</i> (2b)	Geen verschil <i>voor-na</i>	Attentievlakken zijn niet voorzien van fysieke snelheidsremmers + breed dwarsprofiel leidt tot hoge snelheden. Wegbeeld verandert weinig waardoor overgang mogelijk te weinig wordt waargenomen en snelheid wordt aangepast.
Rode klinkervlakken bij boerderij	2c	2 en 3	Mogelijk snelheidsverlaging doordat klinkers trillingseffect hebben. Mogelijk wordt omgeving meer verkend.	Meer kijken in richting van boerderij <i>na</i>	Geen verschil <i>voor-na</i>	Geen verschil <i>voor-na</i>	Attentievlakken zijn niet voorzien van fysieke snelheidsremmers + breed dwarsprofiel leidt tot hoge snelheden.

Tabel 6.1. *Samenvatting van de bevindingen.*

daardoor op de beleving van snelheid in het domein van 'ambient vision' (Elliot et al. 2003). In de Dorpsstraat van Slenaken zijn eveneens hagen aangebracht, maar steeds in combinatie met rode vlakken. Vermoedelijk zijn de effecten voor deze locaties vooral te wijten aan deze rode vlakken, onder meer doordat de hagen erg in de omgeving opgaan.

6.1.2. *Bomen bij kruispunten*

Markering van kruispunten door bomen bleek in dit onderzoek geen neiging tot vertraging op te roepen, en ook trokken de bomen niet speciaal de aandacht.

Op de N281 zijn op twee kruisingen bomen aanwezig (op een van de kruispunten nieuw aangeplant) om het kruispunt te markeren. Volgens het principe van Natuurlijk Sturen zorgt deze maatregel voor discontinuïteit, waardoor het kruispunt van veraf zichtbaar is. Op basis van theorie is het mogelijk dat bestuurders bij het zien van de bomen worden aangezet tot het verkennen van de omgeving. Daardoor zouden ze ook hun snelheid kunnen aanpassen. De resultaten laten echter geen verschil zien tussen de situatie zonder bomen (voorsituatie) en met bomen (nasituatie) op deze locatie: er werd geen neiging gevonden langzamer te willen rijden, en de kijkrichting en spreiding in het kijkgedrag bleken ook onveranderd in de nasituatie.

Mogelijk roept het zien van een groepje bomen langs de weg niet bij iedere bestuurder een reactie op dat er mogelijk een (gevaarlijke) kruising is. Bovendien worden bomen van nature niet geassocieerd met een kruispunt. Om bomen als herkenbaarheidstekens van kruispunten te zien, is een mogelijk expliciet leerproces nodig. Autorijden gebeurt over het algemeen op de automatische piloot (zie bijvoorbeeld Mader et al., 2009) en kleine veranderingen in de omgeving, zoals een groepje bomen, worden mogelijk niet eens opgemerkt.

Uit de verkeerskunde is bekend dat zijwegen en bomen wel met elkaar geassocieerd kunnen worden (zichtlijnen) als deze bomen haaks op de weg staan. Daardoor moet de weggebruiker wel concluderen dat de weg in ieder geval niet meer verder rechtdoor gaat.

6.1.3. *Rode kantstroken (fietsstroken)*

Rode fietsstroken bleken in dit onderzoek geen neiging tot vertragen op te roepen. Wel bleken rode fietsstroken in dit onderzoek op sommige plaatsen de blik te versmallen.

Bij Slenaken zijn (vooral buiten maar ook deels binnen de bebouwde kom) rode fietsstroken aangebracht. Daardoor wordt niet alleen de suggestie gewekt dat er fietsers op de rijbaan kunnen voorkomen, de mogelijke ruimte voor fietsers wordt hiermee ook afgebakend. Ook wordt door de fietsstroken de rijloper optisch versmald. Verondersteld wordt dat de snelheid hierdoor wordt verlaagd. Ook zouden weggebruikers hierdoor meer rekening houden

met de mogelijke aanwezigheid van fietsers. De resultaten zijn echter niet eenduidig voor de verschillende locaties en de twee rijrichtingen.

In dit onderzoek werd geen aanwijzing gevonden dat verkeersdeelnemers door de rode stroken de neiging hebben hun snelheid aan te passen. Dit resultaat sluit aan bij eerder onderzoek (De Ridder & Brouwer, 2002; Van Driel et al., 2004). Mogelijk speelt hierbij ook het blijvend brede dwarsprofiel een rol.

Het aanbrengen van de rode stroken bleek wel invloed te hebben op het kijkgedrag. Zo bleken verkeersdeelnemers op de Dorpsstraat te Slenaken, rijdend in de richting van Epen over het geheel gezien minder breed hun omgeving te scannen. Dit is mogelijk het gevolg van de optische versmalling van de weg. Echter, dit werd niet in alle situaties gevonden. In eerder onderzoek bleek dat door het aanbrengen van fietsstroken er meer in het midden van de weg werd gereden (zie (Van Driel et al., 2004).; De Ridder & Brouwer, 2002).

De aanwezigheid van de rode fietsstroken bleek in dit onderzoek geen effect te hebben op de spreiding in kijkgedrag voor het gehele traject in de richting van Hoogcruts. Het is mogelijk dat de kijkrichting voor een groot deel bepaald wordt door de scherpe bocht bij het binnenrijden van het dorp en niet zo zeer door de fietsstroken. Men rijdt tamelijk snel het dorp in bij het nemen van de bocht, en men rijdt tamelijk langzaam door de bocht en de heuvel op bij het uitrijden van het dorp. In het eerste geval concentreert men zich mogelijk meer op het nemen van de bocht (de bocht in kijken). In het tweede geval concentreert de bestuurder zich door de lagere snelheid mogelijk wat minder, waardoor de fietsstroken meer bepalend kunnen worden voor de kijkrichting.

6.1.4. Rode klinkervlakken over de gehele breedte van de weg

Rode klinkervlakken op de weg bleken in dit onderzoek verschillende effecten te hebben op het kijkgedrag, afhankelijk van elementen op de weg (aanwezigheid rode fietsstroken → breedte van de blik) en langs de weg (boerderij buiten de bebouwde kom → trekt de aandacht).

Over het gehele traject van de Dorpsstraat te Slenaken bleken de rode klinkervlakken op het wegdek geen effect te hebben op de kijkrichting en spreiding in het kijkgedrag van weggebruikers. Op sommige specifieke locaties bleken er echter wel verschillen in het kijkgedrag te zijn. Opvallend is dat de rode klinkervlakken buiten de bebouwde kom meer aanpassing in kijkrichting en spreiding in kijkgedrag laten zien dan de rode klinkervlakken binnen de bebouwde kom. Binnen de bebouwde kom, en alleen het dorp in rijdend, bleken verkeersdeelnemers in de situatie met het rode klinkervlak ter hoogte van de brug over de Gulp, de weg breder te scannen. Ter hoogte van de brug over de Gulp zijn er geen fietsstroken meer. Het is mogelijk dat deze overgang in deze rijrichting en het rode klinkervlak het open karakter van de omgeving benadrukken, wat de deelnemers uitnodigt om de omgeving te verkennen. In de andere rijrichting beginnen de fietsstroken na het rode klinkervlak, wat mogelijk de blik meer kan versmallen.

De kijkrichting bij het binnenrijden van de kom in de bocht naar links, was in alle gevallen gericht op de bocht. Mogelijk wordt deze neiging opgeroepen door de scherpe, onoverzichtelijke bocht. Dit heeft wellicht tot gevolg dat dit rode klinkervlak bij het binnenrijden van de bebouwde kom minder opvallend is, omdat andere elementen die invloed hebben op de rijtaak meer aandacht opeisen.

Ter hoogte van het rode klinkervlak bij de komgrens aan de noordwestzijde van Slenaken, bleek dat weggebruikers die het dorp uit rijden, het wegbeeld buiten de bebouwde kom minder breed scannen dan in de situatie zonder rode klinkervlakken. Bij verkeer dat het dorp in rijdt, werd juist het omgekeerde gevonden: het wegbeeld werd nu breder gescand dan in de situatie zonder rode klinkervlak. Op basis van theorie is te verwachten dat automobilisten bij het zien van rode klinkervlakken op de weg worden aangezet tot verkenning van de omgeving. Rode wegvlakken zijn immers niet gebruikelijk in het wegbeeld en kunnen daarom mogelijk attentieverhogend werken. Waarom dit in de ene situatie wel werd gevonden en in de andere situatie niet, is onduidelijk. Het is mogelijk dat de rode fietsstroken die buiten de bebouwde kom beginnen, een optisch versmallend effect geven, waardoor in die situatie het beoogde verkennende gedrag niet of minder wordt opgestart.

Bij het rode klinkervlak ter hoogte van de boerderij bij Hoogcruts, bleek er geen effect op het scannen van de omgeving door de aan- of afwezigheid van de rode klinkervlakken. Wel blijkt de boerderij de aandacht te trekken: het kijkgedrag gaat in beide rijrichtingen meer in de richting van de boerderij en dit effect werd alleen gevonden in de situatie met de rode klinkervlakken. Hoewel de boerderij de aandacht trekt, is dit voor de weggebruikers geen aanleiding om hun snelheid ter hoogte van deze bebouwing aan te willen passen. Uit eerder onderzoek (bijvoorbeeld Martens et al., 1997; De Ridder & Brouwer, 2002) is gebleken dat de aanwezigheid van bebouwing de snelheid kan verlagen. Dat in dit onderzoek hiertoe geen enkele aanwijzing werd gevonden, hangt mogelijk mede samen met het brede wegprofiel.

6.2. **Discussie met betrekking tot de methode van onderzoek**

De keuze van een onderzoeksmethode heeft gevolgen voor de conclusies die in de praktijk kunnen worden getrokken. Het is daarom van belang om stil te staan bij mogelijke tekortkomingen in de opzet van een onderzoek.

In deze studie is gebruikgemaakt van filmbeelden en natuurgetrouwe animaties van de werkelijkheid. Een voordeel van deze methode is dat het mogelijk is om de effecten van beoogde Natuurlijk Sturen-maatregelen te meten in een zo zuiver mogelijke vorm (gelijk houden van alle overige omstandigheden) en in de beoogde eindsituatie. Zo zijn de bomen en hagen in de animatiefilm in de nasituatie al volgroeid, terwijl dit in de werkelijkheid nog niet het geval was. Bovendien konden seizoens-, weers- en verkeersinvloeden zo constant worden gehouden tussen voor- en nasituatie. Een nadeel van het gebruik van animaties kan zijn dat de beelden toch niet helemaal realistisch aanvoelen en dat men daardoor anders reageert dan dat men in werkelijkheid zou doen. Daarnaast was het door de gekozen onderzoeksmethode alleen mogelijk om het zicht door de voorruit van de auto te simuleren. Eventuele effecten van Natuurlijk Sturen-maatregelen via het zicht door de zijruiten, zijn in dit onderzoek dus niet gemeten. Uit

onderzoek blijkt echter dat bestuurders veruit het grootste deel van de tijd kijken naar wat zich vóór hen op de weg afspeelt (Underwood et al., 2011). Hoe groot het effect is van de afwezigheid van zicht opzij, is daarmee lastig in te schatten.

Voor de praktische uitvoerbaarheid van dit onderzoek was het niet mogelijk om invloed uit te oefenen op de gereden snelheid. Ook konden de deelnemers niet voelen over welk type wegdek zij reden (asfalt of klinkers). Wel konden de deelnemers door middel van een druk op een toets aangeven of zij zich bij een bepaalde snelheid meer of minder comfortabel voelden, wat vertaald werd als een neiging om meer of minder hard te willen rijden. Aanvankelijk was het de bedoeling om deze responsen te koppelen aan daadwerkelijke snelheidsgegevens, maar doordat met name de hagen nog onvoldoende waren volgroeid, heeft de provincie Limburg vooralsnog van een meting afgezien. De bevindingen over snelheid betreffen overigens niet alleen de comfortscores die zijn gemeten tijdens het kijkgedragonderzoek, maar ook de verwachte snelheidseffecten op basis van onderzoeksliteratuur en de verkeerskundige analyse. In grote lijnen kwamen al deze analyses uit op geen of hooguit een beperkt effect van de getroffen maatregelen op snelheidsreductie. Daarbij moet ook de interactie tussen maatregelen in ogenschouw genomen worden. Zo duidt de verkeerskundige analyse aan dat de weg nogal breed is, wat de neiging van weggebruikers om hun vaart te minderen sowieso in de kiem kan smoren. Maar hoe dit daadwerkelijk uitpakt, is het beste onderzoeken met werkelijke snelheidsmetingen, bij voorkeur onder dezelfde condities (jaargetijde) als in de voormeting. Daarna zou alsnog een vergelijking kunnen worden gemaakt met de resultaten uit de hier gepresenteerde analyses.

Een derde discussiepunt betreft het feit dat het onderzoek is uitgevoerd met alleen deelnemers uit de Randstad. Die zijn doorgaans een hele andere rijomgeving gewend dan de weggebruikers uit Zuid-Limburg. Hoewel eerder onderzoek heeft aangetoond dat er geen interactie-effect tussen landschap en rijgedrag is (De Waard et al., 1995), is het mogelijk dat deelnemers uit Limburg ander rijgedrag zouden hebben laten zien. Ook het effect van vertrouwdheid met een omgeving (als je ergens vaker rijdt, weet je op een gegeven moment wel wat er allemaal te zien is), kon in dit onderzoek dus niet worden onderzocht. Als dit overigens een rol zou hebben gespeeld, is de verwachting dat dit vooral zou leiden tot minder effecten op aandacht voor de omgeving en tot een reductie van de snelheid.

Het kijkgedragonderzoek in dit rapport is uitgevoerd door oogbewegingen te meten. Daarbij is aangenomen dat kijkgedrag en visuele aandacht synoniem zijn. Strikt genomen zeggen oogbewegingen en -fixaties echter niet alles over aandacht. Er bestaat een sterk verband tussen waar we naar kijken en waar we aan denken (Just & Carpenter, 1980). Maar we kunnen ook denken aan iets zonder ernaar te kijken (Corbetta et al., 1998), en soms kijkt men in het verkeer naar zaken zonder dat doordringt wat men ziet (Herslund & Jørgensen, 2003). Desalniettemin is er veel ondersteuning gevonden voor de zogenoemde eye-mind hypothese en kunnen de bevindingen over oogbewegingen in dit onderzoek worden gezien als een redelijke indicatie voor aandachtsprocessen.

6.3. Beantwoording van de vragen van de provincie Limburg en aanbevelingen

Bij de start van dit onderzoek heeft de provincie Limburg een aantal vragen geformuleerd (zie *Paragraaf 1.2*). In deze paragraaf zullen we die vragen beantwoorden aan de hand van een samenvatting van de bevindingen. Deels komen deze antwoorden voort uit de literatuur, deels uit het uitgevoerde kijkgedrag en snelheidsonderzoek en de verkeerskundige analyse.

6.3.1. *Wat is het effect van de maatregelen op het ongevallenbeeld, de snelheid en het overige (verkeers)gedrag?*

Op basis van het hier gepresenteerde onderzoek zijn geen aanwijzingen gevonden dat de aangebrachte maatregelen veel zullen bijdragen aan snelheidsreductie. Wel blijken de rode vlakken in sommige gevallen de aandacht van weggebruikers naar de omgeving te trekken, in dit geval de boerderij buiten Slenaken. Dit kan anticipatie op mogelijke aankomende weggebruikers (voetgangers uit de boerderij) vergroten. Het is wel raadzaam om te kijken hoe mogelijke negatieve effecten voorkomen kunnen worden, met name op de N281, waar fietsers en verkeer uit zijwegen minder goed zichtbaar zijn geworden.

Effecten op ongevalsniveau konden niet worden vastgesteld.

Op basis van een klein gebied en een korte periode waarin maatregelen werkzaam zijn, is het onmogelijk om verantwoorde uitspraken te doen over effecten van de maatregelen op het ongevallenbeeld. Wel is het mogelijk om een inschatting te maken van deze effecten op basis van verkeersveiligheidsindicatoren zoals snelheid en de fysieke verkeersveiligheidskenmerken van de weg. Op basis van de literatuur, de comfortscores en de verkeerskundige analyse is het niet erg aannemelijk dat de Natuurlijk Sturenmaatregelen op beide proeflocaties zullen leiden tot een wezenlijke snelheidsreductie. Daadwerkelijke snelheidsmetingen zullen hierover uitsluitsel moeten geven.

Bij de Dorpsstraat in Slenaken is snelheidsreductie mogelijk wel haalbaar door de wegbreedte niet alleen optisch maar ook fysiek te versmallen. Hierbij zal wel de veiligheid van bermen in acht moeten worden genomen, evenals invloeden van en op de verkeersintensiteit van gemotoriseerd verkeer en fietsers. Daarnaast zouden de rode klinkervlakken eventueel kunnen worden gecombineerd met andere snelheidsremmende maatregelen, zoals plateaus.

Op de N281 is vermoedelijk de veiligheid in het geding van met name fietsers en verkeer uit zijwegen, doordat de hagen en bomen het zicht op hun aanwezigheid kunnen ontnemen. Het verdient daarom aanbeveling de zijtakken niet met bosschages te maskeren. Dit geeft automobilisten naar verwachting te weinig informatie over mogelijke gevaren die zij van de zijkant kunnen verwachten en zal daarom niet hun snelheid afremmen. In dit onderzoek werden dan ook geen aanwijzingen gevonden dat bestuurders hun snelheid zullen verminderen.

Overigens is allerminst gezegd dat de snelheid zal verminderen door ander verkeer beter zichtbaar te maken. Maar dat zal vermoedelijk wel een positieve invloed hebben op de verkeersveiligheid, omdat verkeersdeelnemers beter op conflicten kunnen anticiperen. Juist bij hogere snelheden is dit van groot belang.

In meer algemene zin is de aanbeveling om op de N281 – zeker gezien het ruime dwarsprofiel, het alignement en de dichtheid van de aansluitingen – in te richten met een inhaalverbod (volledig of gedeeltelijk door middel van een dubbel doorgetrokken asstreep) en onderbroken kantmarkering. Dit komt ook de herkenbaarheid van de weg als GOW80 ten goede.

6.3.2. *Zijn de maatregelen duidelijk en begriipt de weggebruikers de bedoeling?*

Rode fietsstroken (zeker als daar geregeld fietser zijn) blijken herkenbaar voor weggebruikers als een plaats waar men fietsers kan verwachten.

Bomen worden door weggebruikers niet zonder meer geassocieerd met de aanwezigheid van kruispunten. Bomen kunnen eventueel wel met het verloop van de weg worden geassocieerd. Voorwaarde is dan wel dat zij niet worden verstopt in de rest van het landschap. In het huidige onderzoek bleken de bomen niet de aandacht te trekken.

Aanvankelijk was het de bedoeling om in deze studie ook een herkenbaarheidsonderzoek uit te voeren. Hier heeft de provincie Limburg echter uiteindelijk niet voor gekozen. Wel kunnen inschattingen van de herkenbaarheid worden gemaakt op basis van de literatuur, de kijkgedragen comfortstudie en de verkeerskundige analyse. Hierbij spelen twee vragen een belangrijke rol: hoe 'self-explaining' is de maatregel voor datgene wat hij moet benadrukken? En wat is de rol van blootstelling, gewenning en leerprocessen als we een maatregel willen koppelen aan datgene wat hij moet aangeven?

Wat betreft 'self-explainingness' is uit literatuur bekend dat rode fietsstroken bijdragen aan verwachtingen van fietsers. Ook ontstaat er daadwerkelijk meer ruimte voor de fietser doordat autoverkeer meer naar de as van de weg gaat rijden. Wel blijkt uit de literatuur dat dit effect vooral optreedt als er (zo nu en dan) daadwerkelijk fietsers zijn. Ook de verkeerskundige analyse wijst erop dat fietsstroken op ETW60 vooral effect hebben als de fietsintensiteiten redelijk hoog zijn. De noodzaak van de fietsstrook wordt anders als het ware niet voldoende bekrachtigd.

Het benutten van bomen om zijwegen en kruispunten aan te geven, is niet zonder meer 'self-explaining', zo is de inschatting vanuit de literatuur en de verkeerskundige analyse. Daarvan is alleen sprake als de bomen ten opzichte van de weg zo zijn geplaatst dat weggebruikers het verloop van de weg eruit kunnen opmaken (bijvoorbeeld bij een rij bomen die haaks op de weg staan, waardoor de weggebruiker wel moet concluderen dat de weg afbuigt of op een T-splitsing uitkomt). Voorts zou geredeneerd kunnen worden dat blootstelling en leerprocessen kunnen helpen om de aanwezigheid van bomen aan kruispunten te koppelen. Hier gaat echter redelijk wat tijd overheen. Ook zal dit effect waarschijnlijk alleen optreden in

een omgeving waar bomen niet ook om andere redenen staan en daarmee ook de kruispuntbomen kunnen 'maskeren'. Al met al is het dus niet erg waarschijnlijk dat de bomen tot herkenbaarheid van kruispunten zal leiden.

6.3.3. *Treden er (ongewenste) neveneffecten op, en welke zijn dat dan?*

De bomen en hagen langs de N281 hebben mogelijk als ongewenst effect dat ze fietsers langs de weg en verkeer uit de zijwegen minder goed zichtbaar maken.

Bij Slenaken is voor automobilisten mogelijk nog steeds onvoldoende duidelijk of men binnen of buiten de bebouwde kom rijdt, doordat het wegprofiel niet wijzigt en door het ontbreken van oversteekvoorzieningen binnen de kom.

Het rode klinkervlak bij de boerderij bleek in dit onderzoek tot meer aandacht voor de boerderij te leiden.

In het huidige onderzoek, met name de verkeerskundige analyse, zijn diverse aspecten naar voren gekomen die ongewenste neveneffecten kunnen genereren. Zo ontnemen al te dichte en te hoge hagen langs de N281 het zicht op zijwegen en fietsers. Ook kunnen ze, als ze te dicht op de weg staan, leiden tot meer frontale conflicten als het verkeer meer naar het midden van de weg gaat rijden. Bij het gebruik van bomen is het belangrijk om de obstakelvrije afstand tot de weg in ogenschouw te nemen of deze botsvriendelijk af te schermen.

Wat betreft de maatregelen in Slenaken is het vooral zaak om op te letten dat deze niet zodanig afwijken van de algemeen gebruikte standaard dat dit eerder verwarring dan herkenning oplevert. Voorbeelden hiervan zijn het gebruik van rode fietsstroken op ETW60 als er weinig fietsverkeer zou zijn, het inrichten van de GOW50 met fietsstroken, zonder middenmarkering en oversteekplaatsen voor voetgangers, en duidelijke wijzigingen van het wegprofiel bij de komovergangen.

Een duidelijk effect van het rode klinkervlak ter hoogte van de boerderij richting Hoogcruts, is dat de visuele aandacht naar de boerderij trekt. Of dit ook betekent dat verkeersdeelnemers dit doen omdat ze daarvandaan verkeersdeelnemers verwachten, is niet onderzocht. Het is ook mogelijk dat ze zich door het rode klinkervlak meer bewust worden van de boerderij en deze nu bewuster bekijken, meer vanuit interesse voor hun omgeving.

6.3.4. *Ontstaan er conflicten met de geldende maatregelen en richtlijnen, en zijn deze conflicten toelaatbaar voor de verkeersveiligheid en duidelijkheid naar de weggebruiker?*

Aandachtspunten van de huidige Natuurlijk Sturen-maatregelen zijn:

- *de zichtbaarheid van (verkeer uit) de zijwegen (N281);*
- *de obstakelvrije afstand door het plaatsen van bomen dicht langs de weg (N281);*
- *gebruik van rode fietsstroken op ETW60 als hier lage fietsintensiteit is.*

In de verkeerskundige analyse zijn zowel op de N281 als op de Dorpsstraat een aantal verschillen geconstateerd met de vigerende richtlijnen. Dit betreft overigens deels de bestaande infrastructuur (zoals het ontbreken van GOW-markering) als specifiek de Natuurlijk Sturen-maatregelen. Wat dit laatste betreft, bestaat vooral zorg voor de zichtbaarheid van zijwegen en fietsverkeer door het gebruik van hagen (N281), voldoende obstakelvrije afstand (bomen) en het gebruik van fietsstroken op ETW60 als hier sprake zou zijn van relatief lage fietsintensiteit. Met name de zichtbaarheid van ander verkeer en een obstakelvrije afstand zijn hierbij belangrijke aandachtspunten.

6.3.5. *Hoe kunnen we het beste omgaan met afwijkende materiaalkeuze en kleurgebruik, zodat dit maximaal effect sorteert en zo min mogelijk ongewenste effecten heeft?*

Natuurlijke materialen gaan over het algemeen meer op in het landschap en zullen daardoor minder specifiek de aandacht trekken of als signaal fungeren om de aandacht op iets specifiek in het verkeer te richten.

Rode fietsstroken en rode klinkervlakken zijn, mits in de juiste situaties en met de juiste dosering toegepast, wel elementen die de aandacht kunnen leiden. Door de rode fietsstroken ging men minder breed scannen. Door deze stroken werd de weg vermoedelijk als smaller ervaren. Het rode klinkervlak bij de boerderij buiten Slenaken trok de aandacht naar dit omgevingselement.

Naast het gebruik van rode attentievlakken, kan ook nog gedacht worden aan het gebruik van ruw wegoppervlak en fysieke verhogingen daar waar het raadzaam is de rijnsnelheid te matigen.

Met name bij overgangen is het raadzaam niet alleen met kleur en afwijkende materialen de overgang zelf aan te geven, maar de overgang ook in het daaropvolgende wegprofiel door te trekken. Bij een lagere snelheidslimiet kan de weg bijvoorbeeld smaller worden.

Het benutten van natuurlijke elementen is een van de belangrijke kenmerken van Natuurlijk Sturen. Deze passen per definitie in het landschap en kunnen daarmee bijdragen aan de ervaring van een harmonieus geheel. Een mogelijk nadeel is dat ze niet of nauwelijks meer worden opgemerkt door weggebruikers. Een goed voorbeeld zijn de hagen en bomen langs de N281 en hagen langs de Dorpsstraat in Slenaken.

Iets anders ligt het voor de rode fietsstroken en rode klinkervlakken, die – zo blijkt ook uit het kijkgedrag- en snelheidsonderzoek – in combinatie met bepaalde situaties inderdaad de aandacht trekken. Rood wordt daarbij vrij standaard als ‘signaalkleur’ gebruikt.

Daarnaast is het ook verstandig om, daar waar snelheidsreductie en relatief lage snelheden bereikt moeten worden, te werken met ruwere wegoppervlakken, zo mogelijk gecombineerd met meer fysieke snelheidsremmers zoals plateaus. Daadwerkelijke snelheidsmetingen moeten uitwijzen of enkel het gebruik van incidentele klinkervakken tot snelheidsreductie leidt. De inschatting is dat dit zal tegenvallen, te meer daar

het wegprofiel vrij breed is. Een combinatie met een verhoging van het wegdek zou tot een betere oplossing kunnen leiden. Deze kan dan uiteraard wel uitgevoerd worden in de huidige toegepaste kleuren en materialen. Deze maatregelen zouden vooral genomen moeten worden ter hoogte van kruispunten (nu niet het geval), bij aansluitingen met erven (zoals bij de boerderij richting Hoogcruts) en vlak voor onoverzichtelijke punten. Overigens hebben de snelheidsmetingen uitgewezen dat de scherpe bocht ten noordoosten van Slenaken nauwelijks tot grote snelheidsovertredingen leidt, omdat de bocht zelf al oproept om de snelheid te matigen.

Ook bij de komovergangen zou een duidelijke verandering in het wegprofiel zijn aan te bevelen om een ander snelheidsregime en de functie van de weg duidelijk te maken. De verdubbeling van de komborden, het rode klinkervlak en het veranderen van kleur van de fietsstrook zijn naar verwachting niet voldoende om tot lagere snelheden te leiden. Ook hier kan gedacht worden aan een fysieke verhoging ter hoogte van het rode klinkervlak en een daadwerkelijk andere profilering van de weg (wegversmalling). Eventueel kan hierbij ook gedacht worden aan het gebruik van (gedeeltelijk) andere typen wegoppervlak, bijvoorbeeld klinkers.

- 6.3.6. *Kan deze werkwijze overal worden toegepast, zoals in verblijfsruimtes en verkeersruimtes, of is dit snelheidsafhankelijk?*

In dit onderzoek is onvoldoende bewijs gevonden dat het raadzaam is om de maatregelen op de N281 ook toe te passen op andere GOW80-wegen buiten de bebouwde kom. Er is eerder evidentie gevonden dat deze specifieke Natuurlijk Sturen-maatregelen vermeden moeten worden, zeker op wegen met een hogere snelheidslimiet.

De maatregelen op de GOW50 en ETW60 kunnen met een aantal aanpassingen en aanvullingen wel verder worden toegepast op vergelijkbare wegen. Wel wordt aanbevolen dit vooraf te laten gaan door een goede verkeerskundige analyse.

Uit het onderzoek is gebleken dat de maatregelen op de N281 naar verwachting niet of nauwelijks het beoogde effect zullen sorteren en eerder nadelige gevolgen voor de verkeersveiligheid zullen hebben. Het is niet aan te bevelen om deze maatregelen – hagen en bomen – in combinatie met het snelheidsregime ook op andere GOW80-wegen toe te passen.

De maatregelen op de Dorpsstraat in Slenaken komen wat dat betreft beter uit de bus. Wel hebben we in dit rapport nog een aantal suggesties om tot betere resultaten te komen. In ieder geval moet er oog zijn voor de functie van de weg en de daarbij vigerende richtlijnen (ten bate van de herkenbaarheid), het toepassen van maatregelen afhankelijk van functie en snelheidsregime, maar ook verkeersintensiteiten (denk aan de rode fietsstroken) en de maatregelen in relatie tot elkaar (denk aan het brede dwarsprofiel dat mogelijk het effect van maatregelen tenietdoet).

6.4. Tot slot

Weginrichting is zeer belangrijk als het gaat om fysieke veiligheid van weggebruikers, maar ook als het gaat om de veiligheid van het weggedrag en verwachtingen die door de omgeving worden opgeroepen. Op de wereldranglijst doen we het op dit gebied zeer goed, zo blijkt ook uit de top 5 waar Nederland al jaren toe behoort. Toch blijft er ruimte voor verbetering. Die verbetering kan worden gezocht in afstemming met andere belangen zoals bereikbaarheid, milieu, leefbaarheid en de behoefte aan landschappelijk inpassing. In deze zoektocht ontstaan nieuwe initiatieven voor maatregelen, of combinaties van maatregelen, zoals de hier genoemde Natuurlijk Sturen-maatregelen.

Natuurlijk Sturen-maatregelen kunnen op basis van theoretische beschouwingen en eerder onderzoek bijdragen aan de geloofwaardigheid van snelheidslimieten. Via die weg kunnen ze ook op een natuurlijke wijze de herkenbaarheid van wegen ten goede komen. Er zijn veel mogelijkheden om dit verder uit te werken, waarvan de in dit rapport geëvalueerde maatregelen enkele voorbeelden waren.

Van veel van dit soort uitwerkingen is echter lang niet altijd bekend wat de effecten zijn, op zich zelf staand maar – nog belangrijker – vooral ook in combinatie met andere maatregelen. Om beter te weten of met de ingeslagen weg de juiste keuzen worden gemaakt, is evaluatie dus zeer gewenst. Daarbij is het ook aan te bevelen om te beginnen met een goede probleemanalyse: wat zijn de aard en oorzaak van een ervaren probleem, en met welke maatregelen kan daar een positieve draai aan worden gegeven? Oplossingen kunnen liggen in meer traditionele maatregelen, maar mogelijk ook in nieuwe initiatieven. Uit een evaluatie zal dan moeten blijken welke effecten deze nieuwe maatregelen hebben.

Dit onderzoek heeft laten zien tot wat voor inzichten we kunnen komen bij het evalueren van maatregelen, waar we op de ingeslagen weg kunnen doorgaan en waar het beter is om nog eens de mogelijkheden tegen het licht te houden. Deze evaluatie heeft ook laten zien dat het nog niet zo eenvoudig is om met maatregelen daadwerkelijk gewenste effecten te sorteren. Het vergaren en gebruiken van kennis over het effect van specifieke maatregelen, kan daarom bijdragen aan evenwichtige en effectieve beleidskeuzen.

Literatuur

- Aarts, L.T. & Davidse, R.J. (2007). *Herkenbare vormgeving van wegen; Eindrapport van de herkenbaarheidsprojecten in het SWOV-programma 2003-2006*. R-2006-18. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Aarts, L.T. (red.) (2011). *Methoden en instrumenten voor het onderbouwen van verkeersveiligheid. Een inventarisatie*. R-2011-3. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Blerck, H. van, Boer, K.-J. & Hauptmeier, W. (2011). *Over heggen, heulen en hovelingen. Een interactief inrichtingsplan in de vorm van een catalogus met een bouwdoos*. Paper nr. 1. Nationaal verkeerskundecongres 2011.
- Blerck, H. van, Hauptmeier, W. & Slabbekoorn, C. (2011). *Duurzaam Veilig in een nationaal landschap. Naar een landschapsbewuste verkeersvisie voor de wegen in de Zak van Zuid-Beveland*. Bijdrage 4. Verkeerskundige Werkdagen 2011.
- Bowyer, S.M., Hsieh, L., Moran, J.E., Young, R.A., et al. (2009). *Conversation effects on neural mechanisms underlying reaction time to visual events while viewing a driving scene using MEG*. In: Brain Research, vol. 1251, p. 151-161.
- Brouwer, R.F.T., Janssen, W.H. & Muermans, R.C. (2000). *Duurzaam veilige wegcategorieën en wegkenmerken: de invloed van de omgeving op de categorisatie van wegbeelden*. TM-00-C012. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Brouwer, W.H. (2002). *Attention and driving: a cognitive neuropsychological approach*. In: Zimmermann, P. & Leclercq, M. (red.), Applied Neuropsychology of Attention. Psychology Press, Hove, UK, p. 223-248.
- Cackowski, J.M. & Nasar, J.L. (2003). *The restorative effects of roadside vegetation*. In: Environment and Behavior, vol. 35, nr. 6, p. 736-751.
- Calhoun, V.D., Pekar, J.J., McGinty, V.B., Adali, T., et al. (2002). *Different activation dynamics in multiple neural systems during simulated driving*. In: Human Brain Mapping, vol. 16, nr. 3, p. 158-167.
- Callan, A.M., Osu, R., Yamagishi, Y., Callan, D.E., et al. (2009). *Neural correlates of resolving uncertainty in driver's decision making*. In: Human Brain Mapping, vol. 30, nr. 9, p. 2804-2812.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Second edition. Academic Press, New York.
- Corbetta, M., Akbudak, E., Conturo, T.E., Snyder, A.Z., et al. (1998). *A common network of functional areas for attention and eye movements*. In: Neuron, vol. 21, nr. 4, p. 761-773.

CROW (2002). *Handboek wegontwerp*. Publicatie 164, deel a t/m d. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2008). *Plattelandswegen mooi en veilig – een beeldenboek*. Publicatie 259. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

Davidse, R.J., Mesken, J., Korswagen, K. & Aarts, L.T. (2007). *Herkenning van wegen buiten de bebouwde kom door weg gebruikers. De rol van wegkenmerken en informatieverschaffing bij het indelen van wegen*. R-2006-16. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Driel, C.J.G. van, Davidse, R.J. & Maarseveen, M.F.A.M. van (2004). *The effects of an edgeline on speed and lateral position: a meta-analysis*. In: *Accident Analysis and Prevention*, 36, pp. 671 – 682.

Elliot, M.A., McColl, V.A. & Kennedy, J.V. (2003). *Road design measures to reduce drivers' speed via 'psychological' processes: A literature review*. Report TRL564. Transportation Research Laboratory (TRL), Crowthorne, UK.

Fort, A., Martin, R., Jacquet-Andrieu, A., Combe-Pangaud, C., et al. (2010). *Attentional demand and processing of relevant visual information during simulated driving: A MEG study*. In: *Brain Research*, vol. 1363, p. 117-127.

Goldenbeld, C. & Schagen, I.N.L.G. van (2007). *The credibility of speed limits on 80 km/h rural roads: the effects of road and person(ality) characteristics*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 39, nr. 6, p. 1121-1130.

Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1980). *A theory of reading: From eye fixations to comprehension*. In: *Psychological Review*, vol. 87, nr. 4, p. 329-354.

Herslund, M.-B. & Jørgensen, N.O. (2003). *Looked-but-failed-to-see-errors in traffic*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 35, nr. 6, p. 885-891.

Hill, J.D. & Boyle, L.N. (2007). *Driver stress as influenced by driving manoeuvres and roadway conditions*. In: *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 10, nr. 3, p. 177-186.

Kaptein, N.A. & Theeuwes, J. (1996). *Effecten van vormgeving op categorie-indeling en verwachtingen ten aanzien van 80 km/h wegen buiten de bebouwde kom*. In opdracht van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, TM 1996 C-10. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

Kelegom, M. van & Duijnhoven, H. van (2010) *Schetsboek natuurlijk sturen in Limburg*. In opdracht van de provincie Limburg. VMC beleids- en procesmanagement, Houten & Kragten, Roermond.

Kelegom, M. van, Peeters, H. & Duijnhoven, H. van (2011). *Natuurlijk sturen Limburg. Omgevingsgericht ontwerpen*. Bijdrage 99. Nationaal Verkeerskundecongres 2011.

Kooi, R.M. van der & Dijkstra, A. (2003). *Enkele gedragseffecten van suggestiestroken op smalle rurale wegen: evaluatie van de aanleg van rijlopers en suggestiestroken op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom*. R-2003-17. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Mader, M., Bresges, A., Topal, R., Busse, A., et al. (2009). *Simulated car driving in fMRI--Cerebral activation patterns driving an unfamiliar and a familiar route*. In: Neuroscience Letters, vol. 464, nr. 3, p. 222-227.

Martens, M.H., Comte, S. & Kaptein, N.A. (1997). *The effects of road design on speed behaviour: A literature review*. In: Deliverable D1 of the EU-project MASTER. Geraadpleegd 19-01-2012 op <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/master/rep231.pdf>.

Martens, M.H. & Fox, M. (2007). *Does road familiarity change eye fixations? A comparison between watching a video and real driving*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 10, nr. 1, p. 33-47.

Menon, V. & Uddin, L. (2010). *Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function*. In: Brain Structure and Function, vol. 214, nr. 5, p. 655-667.

Mesken, J. (2006). *Determinants and consequences of drivers' emotions*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. SWOV-Dissertatiereeks. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Montella, A., Aria, M., D'Ambrosio, A., Galante, F., et al. (2011). *Simulator evaluation of drivers' speed, deceleration and lateral position at rural intersections in relation to different perceptual cues*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 43, nr. 6, p. 2072-2084.

Nes, C.N. van, Houwing, S., Brouwer, R.F.T. & Schagen, I.N.L.G. van (2007a). *Naar een checklist voor geloofwaardige snelheidslimieten: ontwikkeling van een beoordelingsmethode op basis van weg- en omgevingskenmerken*. R-2006-12. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Nes, C.N. van, Schagen, I.N.L.G. van, Houtenbos, M. & Morsink, P.L.J. (2007b). *De bijdrage van geloofwaardige limieten en ISA aan snelheidsbeheersing: een rijnsimulatorstudie*. R-2006-26. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Norman, D.A. & Shallice, T. (1986). *Attention to action: Willed and automatic control of behavior*. In: Davidson, R.J., Schwartz, G.E. & Shapiro, D. (red.), Consciousness and self-regulation: advances in research and theory. Volume 4. Plenum Press, New York, p. 1-18.

Previc, F.H. (1998). *The neuropsychology of 3-D space*. In: Psychological Bulletin, vol. 124, nr. 2, p. 123-164.

Ridder, S.N. de & Brouwer, R.F.T. (2002). *Effecten van omgevingskenmerken op rijgedrag*. TM-02-C065. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

Salvatore, S. (1968). *The estimation of vehicular velocity as a function of visual stimulation*. In: Human Factors, vol. 10, nr. 1, p. 27-32.

Schieber, F., Schlorholtz, B. & McCall, R. (2009). *Visual requirements of vehicular guidance*. In: Castro, C. (red.), Human factors of visual and cognitive performance in driving. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 31-50.

Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Simons, R. & Jaarsma, R. (2010). *Struinen door het buitengebied van het Nederlandse metropolitane landschap: het faciliteren van activiteiten met 'groene' vervoerwijzen in de vrije tijd*. Paper B24, Nationaal verkeerskundecongres 2010.

Spiers, H.J. & Maguire, E.A. (2007). *Neural substrates of driving behaviour*. In: NeuroImage, vol. 36, nr. 1, p. 245-255.

Steenbergen, H. van (2012). *The drive to control: How affect and motivation regulate cognitive control*. PhD Thesis, Universiteit Leiden, Leiden.

Steyvert, F.J.J.M. & Brookhuis, K.A. (1989). *Esthetische beleving van de weg - een empirische benadering - theoretische achtergronden*. Verkeerskundig Studiecentrum VSC, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

SWOV (2012a). *Herkenbare vormgeving van wegen*. SWOV-Factsheet, december 2012. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012b). *Naar geloofwaardige snelheidslimieten*. SWOV-Factsheet, november 2012. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam. .

Trick, L.M. & Enns, J.T. (2009). *A two-dimensional framework for understanding the role of attentional selection in driving*. In: Castro, C. (red.), Human factors of visual and cognitive performance in driving. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 63-73.

Underwood, G., Crundall, D. & Chapman, P. (2011). *Driving simulator validation with hazard perception*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 14, nr. 6, p. 435-446.

Velichkovsky, B.M., Rothert, A., Kopf, M., Dornhöfer, S.M., et al. (2002). *Towards an express-diagnostics for level of processing and hazard perception*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 5, nr. 2, p. 145-156.

Vlakveld, W.P. (2011). *Hazard anticipation of young novice drivers; Assessing and enhancing the capabilities of young novice drivers to anticipate latent hazards in road and traffic situations*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. SWOV-Dissertatiereeks. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam. .

Wegman, F. & Aarts, L. (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Waard, D. de, Jessurun, M. & Steyvers, F.J.J.M. (1995). *Effect of road layout and road environment on driving performance, drivers' physiology and road appreciation*. In: *Ergonomics*, vol. 38, nr. 7, p. 1395-1407.

Yue, X., Vessel, E.A. & Biederman, I. (2007). *The neural basis of scene preferences*. In: *Neuroreport*, vol. 18, nr. 6, p. 525-529.

Bijlage A Foto's van voor- en nasituaties

Foto's van de voor- en nasituatie op de N281



Afbeelding A.1. Aanloop van de N278 vanaf de N281 vlak voor de kruising met de Kolmonderstraat/Kolmonderbosweg. Foto ter hoogte van locatie 1b, rijrichting heuvelaf (zie Afbeelding 1.1), situatie februari 2011.



Afbeelding A.2. Aanloop van de Kolmonderstraat/Kolmonderbosweg en de N278 vanaf de N281 na het aanbrengen van de Natuurlijk Sturen-maatregelen, situatie september 2011. Door een relatief natte en koude zomer hebben de hagen echter nog niet het volume gekregen dat door de provincie wordt beoogd.

Foto's van de voor- en nasituatie op de Dorpsstraat bij Slenaken



Afbeelding A.3. De scherpe bocht bij het bruggetje over de Gulp (locatie 2a) richting Hoogcruts in de voorsituatie, medio februari 2011.



Afbeelding A.4. Komgrens aan de noordwestkant van Slenaken (locatie 2b) richting Hoogcruts in de voorsituatie, medio februari 2011.



Afbeelding A.5. Boerderij noordwestelijk buiten Slenaken (locatie 2c) richting Hoogcruts in de voorsituatie, medio februari 2011.



Afbeelding A.6. Scherpe bocht bij het bruggetje over de Gulp (locatie 2a) richting Hoogcruts in de nasituatie, begin september 2011.



Afbeelding A.7. Komgrens aan de noordwestkant van Slenaken (locatie 2b) richting Hoogcruts in de nasituatie, begin september 2011.



Afbeelding A.8. Boerderij noordwestelijk buiten Slenaken (locatie 2c) richting Hoogcruts in de nasituatie, begin september 2011.

Bijlage B

Snelheden in voor- en nasituaties

Snelheden in de voorsituatie van de N281

In *Afbeelding 1.1 (Hoofdstuk 1)* is een bovenaanzicht weergegeven van de locaties waar snelheidsmetingen zijn gehouden voordat de Natuurlijk Sturenmaatregelen zijn toegepast. Snelheidsmetingen zijn gehouden van 10 februari 2011 tot 25 februari 2011. De metingen van 11 t/m 24 februari zijn als uitgangspunt genomen. Bij de metingen is onderscheid gemaakt naar typen voertuigen door drie verschillende lengteklassen te onderscheiden:

- voertuigen tot 3,5 meter (merendeel personenauto's: 93% van totaal)
- voertuigen tussen de 3,5 en 7,0 meter (bijvoorbeeld bestelauto's en voertuigen met aanhanger; 6% van totaal)
- voertuigen langer dan 7,0 meter (vooral zwaarder vrachtverkeer; 2% van totaal).

In *Tabellen B.1 t/m B.3* zijn voor deze verschillende groepen voertuigen de overtredingspercentages te zien. Hierbij valt op dat de voertuigen in de grotere lengteklasse (dus zwaarder verkeer), een minder groot aandeel hebben in het aantal overtredingen dan de kortere voertuigen. Verder is te zien dat het aandeel overtreders afneemt naarmate het verkeer het kruispunt met de N278 nadert, of minder groot is voor het verkeer dat van de N278 net de N281 opgedraaid is (meetpunt Hm 16.35). Verder is ook een verschil waarneembaar bij meetpunt Hm 17.0, waar een wat hoger aandeel overtreders te zien is in richting 1 (dit is heuvelaf) dan in richting 2 (heuvelop).

Telpunt	Richting	
	Heuvelaf, richting rotonde	Heuvelop, vanaf rotonde
Hm 17.0	24%	18%
Hm 16.5	12%	12%
Hm 16.35	1%	4%
Gemiddeld	12%	11%

Tabel B.1. *Percentage voertuigen korter dan 3,5m dat harder dan 80 km/uur rijdt ter hoogte van de 3 telpunten heuvelaf (van Baneheide naar de N278) en heuvelop (van de N278 naar Baneheide).*

Telpunt	Richting	
	Heuvelaf, richting rotonde	Heuvelop, vanaf rotonde
Hm 17.0	22%	10%
Hm 16.5	11%	6%
Hm 16.35	1%	2%
Gemiddeld	11%	6%

Tabel B.2. *Percentage voertuigen tussen de 3,5m en 7,0m dat harder dan 80 km/uur rijdt ter hoogte van de drie telpunten heuvelaf (van Baneheide naar de N278) en heuvelop (van de N278 naar Baneheide).*

Telpunt	Richting	
	Heuvelaf, richting rotonde	Heuvelop, vanaf rotonde
Hm 17.0	16%	4%
Hm 16.5	6%	1%
Hm 16.35	0%	0%
Gemiddeld	7%	2%

Tabel B.3. *Percentage voertuigen langer dan 7,0m dat harder dan 80 km/uur rijdt ter hoogte van de drie telpunten heuvelaf (van Baneheide naar de N278) en heuvelop (van de N278 naar Baneheide).*

In Tabel B.4 is te zien dat op de verschillende meetpunten en richtingen de verdeling van de overtredingen min of meer gelijk is. We nemen hierbij gemakshalve even alleen het autoverkeer – dat 93% van het totaal bedraagt – als uitgangspunt: zes op de tien overtredende personenauto's rijdt enkele kilometers harder dan de limiet, 1 op de 4 rijdt tussen de 5 en 10 km/uur harder dan is toegestaan. Grotere overtredingen komen minder vaak voor, maar zijn op alle meetpunten zeker groter dan nul.

Telpunt	Heuvelaf, richting rotonde						Heuvelop, vanaf rotonde					
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	> 25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	> 25
1	61%	24%	7%	4%	3%	1%	59%	25%	7%	4%	3%	2%
2	62%	23%	7%	4%	3%	1%	62%	25%	7%	4%	2%	1%
3	58%	25%	8%	4%	3%	2%	63%	23%	7%	4%	2%	1%
Gemiddeld	60%	24%	7%	4%	3%	1%	61%	24%	7%	4%	3%	1%

Tabel B.4. *Percentage overtreders per overtredingsklasse per telpunt en rijrichting bij Baneheide voor voertuigen korter dan 3,5m.*

Snelheden in de voorsituatie van de Dorpsstraat Slenaken

In *Afbeelding 1.2 (Hoofdstuk 1)* is een bovenaanzicht te zien van het verloop van de Dorpsstraat te Slenaken, met daarop aangegeven de locaties waar snelheidsmetingen (voormetingen) zijn gehouden.

Aan de snelheidsmetingen (metingen gedurende 24 uur van één dag in februari 2011) is te zien dat – voordat de Natuurlijk Sturen maatregelen zijn getroffen – ruim 30 tot 40% van de automobilisten op de Dorpsstraat harder reed dan de toegestane maximumsnelheid van 50 km/uur binnen de bebouwde kom en 60 km/uur buiten de bebouwde kom (zie *Tabel B.5*). Bij de scherpe bocht (meetpunt 5 en ook 6 vanuit het dorp komend) is het aandeel overtreders het laagste en blijft (ruim) onder de 10%.

Meetpunt	Richting	
	Vanaf Hoogcruts	Naar Hoogcruts
1 (60 km/uur)	59%	56%
2 (60 km/uur)	40%	54%
3 (60 km/uur)	30%	52%
4 (50 km/uur)	47%	66%
5 (50 km/uur)	6%	9%
6 (60 km/uur)	3%	23%
Gemiddeld	31%	43%

Tabel B.5. *Percentage voertuigen dat harder rijdt dan de snelheidslimiet ter hoogte van de zes meetpunten van Hoogcruts naar Epen en van Epen naar Hoogcruts. Bij ieder meetpunt is tussen haakjes de daar geldende snelheidslimiet aangegeven.*

Gemiddeld rijdt ruim 40 tot ruim 50% van de overtreeders enkele kilometers per uur te hard, maar per locatie en richting zijn er verschillen (zie *Tabel B.6*). Bij de scherpe bocht (meetpunt 5) het dorp uit rijdend (richting 1), is er niemand die meer dan 10 km/uur boven de snelheidslimiet rijdt; 90% van de overtreeders rijdt hier niet harder dan 5 km/uur boven de snelheidslimiet. Van het verkeer dat het dorp in rijdt, rijdt driekwart van de overtreeders maximaal 5 km/uur te hard en is er een enkele overtreder die tussen de 10 en 15 km/uur boven de snelheidslimiet rijdt. Buiten de bebouwde kom, met name verder van Slenaken af, wordt harder gereden en rijdt 1 op de 4 overtreeders zelfs meer dan 15 km/uur te hard (meer dan 75 km/uur).

Meetpunt	Vanaf Hoogcruts				Naar Hoogcruts			
	0-5	5-10	10-15	>15	0-5	5-10	10-15	> 15
1 (60)	33%	28%	18%	22%	30%	26%	18%	26%
2 (60)	42%	26%	14%	18%	35%	25%	16%	24%
3 (60)	47%	28%	12%	13%	36%	26%	15%	22%
4 (50)	39%	31%	17%	13%	27%	29%	19%	25%
5 (50)	90%	10%	0%	0%	76%	22%	2%	0%
6 (60)	81%	14%	0%	5%	60%	31%	8%	1%
Gemiddeld	55%	23%	10%	12%	44%	27%	13%	17%

Tabel B.6. *Percentage overtreeders per overtredingscategorie per meetpunt en richting. Achter de meetpunten staat tussen haakjes de snelheidslimiet ter hoogte van het betreffende meetpunt.*

Bijlage C Animaties in voor- en nasituaties

Animaties van de N281 bij Baneheide



Afbeelding C.1. *Locatie 1a - voorsituatie (links) en nasituatie (rechts).*



Afbeelding C.2. *Locatie 1b - voorsituatie (links) en nasituatie (rechts).*

Dorpsstraat bij Slenaken



Afbeelding C.3. *Locatie 2a, richting 1, voor- (links) en nasituatie (rechts).*



Afbeelding C.4. Locatie 2a, richting 1, voor- (links) en nasituatie (rechts).



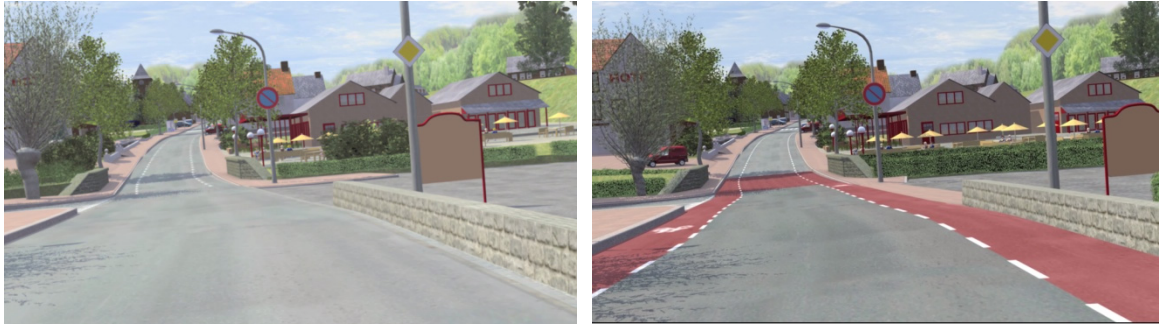
Afbeelding C.5. Locatie 2a, richting 1, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.6. Locatie 2a, richting 2, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.7. Locatie 2a, richting 2, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.8. Locatie 2a, richting 2, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.9. Locatie 2c en 2b, richting 1, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.10. Locatie 2c, richting 1, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.11. Locatie 2b, richting 1, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.12. Locatie 2b en 2c, richting 2, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.13. Locatie 2b, richting 2, voor- (links) en nasituatie (rechts).



Afbeelding C.14. Locatie 2c, richting 2, voor- (links) en nasituatie (rechts).

Bijlage D

Gegevens kijkgedrag en comfortscores

In deze bijlage zijn de tabellen opgenomen van alle gemiddelden (*M*), standaarddeviaties (*SD*), *F*- en *p*-waarden van de analyses voor het kijkgedrag en de tabellen van de Mediaan, *z*- en *p*-waarden voor de comfortscores.

De N281

	Voor		Na		F(1,29)	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Kijkrichting	635	26	633	25	0,44	0,513
Spreiding	69	26	73	28	0,93 ⁺	0,342 ⁺

⁺ *F*- en *p*-waarden zijn gebaseerd op log-getransformeerde data

Tabel D.1. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden van het kijkgedrag, gemiddeld over de locaties 1a en 1b op de N281.*

	Mediaan voor	Mediaan na	<i>z</i> -score*	<i>p</i>
Vertragen	0,007	0,006	-0,314	0,753
Versnellen	0,020	0,006	0,0	1,000

* Wilcoxon signed-ranktest

Tabel D.2. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores over het gehele traject van locaties 1a en 1b op de N281.*

	Voor		Na		F(1,29)	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Kijkrichting	689	50	694	43	0,57	0,467
Spreiding	76	67	84	73	0,34 ⁺	0,564 ⁺

⁺ *F*- en *p*-waarden zijn gebaseerd op log-getransformeerde data

Tabel D.3. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden voor het kijkgedrag op locatie 1a van de N281.*

	Voor		Na		F(1,29)	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Kijkrichting	643	46	641	55	0,044 ⁺	0,836 ⁺
Spreiding	78	61	81	57	0,086 ⁺	0,772 ⁺

⁺ *F*- en *p*-waarden zijn gebaseerd op log getransformeerde data

Tabel D.4. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden van het kijkgedrag op locatie 1b van de N281.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,0	0,0	-0,135	0,893
Versnellen	0,0	0,0	-1,592	0,111
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.5. Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores op locatie 1a van de N281.

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,002	0,004	-1,047	0,295
Versnellen	0,000	0,000	-0,563	0,574
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.6. Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores op locatie 1b van de N281.

De Dorpsstraat Slenaken, locatie 2a

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	682	41	675	41	1,25	0,272	
Spreiding	269	32	257	31	7,10	0,012	0,191

Tabel D.7. Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden ter hoogte van locatie 2a op de Dorpsstraat Slenaken, richting Epen.

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,012	0,014	-0,068	0,946
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.8. Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores ter hoogte van locatie 2a op de Dorpsstraat Slenaken, richting Epen.

	Voor		Na		F(1,29)	p
	M	SD	M	SD		
Kijkrichting	632	30	635	30	1,39	0,248
Spreiding	241	24	236	27	1,73	0,198

Tabel D.9. Gemiddelden, standaarddeviaties en F- en p-waarden ter hoogte van locatie 2a, Dorpsstraat Slenaken, richting Hoogcruts.

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,037	0,036	-0,504	0,614
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.10. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores ter hoogte van locatie 2a, Dorpsstraat Slenaken, richting Hoogcruts.*

	Voor		Na		F(1,29)	p
	M	SD	M	SD		
Kijkrichting	825	47	812	55	1,81	0,189
Spreading	236	43	224	38	2,35	0,136

Tabel D.11. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden ter hoogte van de rode vlakken in Slenaken, locatie 2a, richting Epen.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,029	0,029	-0,317	0,751
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.12. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores ter hoogte van de rode vlakken in Slenaken, locatie 2a, richting Epen.*

	Voor		Na		F(1,29)	p
	M	SD	M	SD		
Kijkrichting	414	66	417	57	0,28 ⁺	0,599 ⁺
Spreading	222	31	220	27	0,07	0,790
+ F- en p-waarden zijn gebaseerd op log-getransformeerde data						

Tabel D.13. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden ter hoogte van de bocht en rode vlakken in Slenaken, locatie 2a, richting Hoogcruts.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,021	0,059	-1,714	0,086
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.14. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores ter hoogte van de bocht en rode vlakken in Slenaken, locatie 2a, richting Hoogcruts.*

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	687	39	689	34	0,05	0,820	
Spreiding	111	47	127	43	11,99 ⁺	0,002 ⁺	0,29 ⁺

⁺ F- en p-waarden zijn gebaseerd op log getransformeerde data

Tabel D.15. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden voor de rode vlakken in Slenaken, ter hoogte van locatie 2a, richting Hoogcruts.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,017	0,016	-0,171	0,864

* Wilcoxon signed-ranktest

Tabel D.16. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores voor de rode vlakken in Slenaken, ter hoogte van locatie 2a, richting Hoogcruts.*

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	618	57	612	55	0,36	0,553	
Spreiding	297	31	279	37	12,29	0,001 ⁺	0,291 ⁺

⁺ F- en p-waarden zijn gebaseerd op log-getransformeerde data

Tabel D.17. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden ter hoogte van de fietsstroken na komborden in Slenaken, locatie 2a, richting Epen.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,000	0,000	-0,040	0,968

* Wilcoxon signed-ranktest

Tabel D.18. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores ter hoogte van de fietsstroken na komborden in Slenaken, locatie 2a, richting Epen.*

De Dorpsstraat Slenaken, locatie 2b en 2c

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	701	28	695	28	3,43	0,074	
Spreiding	134	17	127	19	6,79	0,014	0,18

Tabel D.19. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden voor het gehele traject ter hoogte van locatie 2b en 2c, richting Epen.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,040	0,053	-1,944	0,052
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.20. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores voor het gehele traject ter hoogte van locatie 2b en 2c, richting Epen.*

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	608	33	584	39	42,83	0,000	0,59
Spreiding	127	22	130	16	2,29 ⁺	0,141 ⁺	
+ F- en p-waarden zijn gebaseerd op log-getransformeerde data							

Tabel D.21. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden voor het gehele traject ter hoogte van locatie 2b en 2c, richting Hoogcruts.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score *	p
Vertragen	0,039	0,014	-0,586	0,558
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.22. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores voor het gehele traject ter hoogte van locatie 2b en 2c, richting Hoogcruts.*

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	756	44	811	37	42,88	0,000	0,59
Spreiding	113	21	107	28	0,869	0,359	

Tabel D.23. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden ter hoogte van het rode klinkervlak op locatie 2c, richting Epen.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,007	0,007	-0,593	0,533
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.24. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores ter hoogte van het rode klinkervlak op locatie 2c, richting Epen.*

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	533	55	507	46	9,66	0,004	0,25
Spreiding	88	35	78	21	2,93 ⁺	0,207 ⁺	

⁺ F- en p-waarden zijn gebaseerd op log-getransformeerde data

Tabel D.25. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden ter hoogte van het rode klinkervlak op locatie 2c, richting Hoogcruts.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	p
Vertragen	0,685	0,025	-0,915	0,360

* Wilcoxon signed-ranktest

Tabel D.26. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores ter hoogte van het rode klinkervlak op locatie 2c, richting Hoogcruts.*

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	667	41	655	41	5,06	0,032	0,14
Spreiding	51	18	73	34	17,28	0,000	0,37

Tabel D.27. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden voor het rode klinkervlak en komborden voor locatie 2b, richting Epen.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-waarde*	p
Vertragen	0,066	0,0723	-0,168	0,866

* Wilcoxon signed-ranktest

Tabel D.28. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores voor het rode klinkervlak en komborden voor locatie 2b, richting Epen.*

	Voor		Na		F(1,29)	p	η^2
	M	SD	M	SD			
Kijkrichting	664	26	676	35	5,73	0,023	0,16
Spreiding	91	38	72	18	16,69 ⁺	0,000 ⁺	0,358 ⁺

⁺ F- en p-waarden zijn gebaseerd op log-getransformeerde data

Tabel D.29. *Gemiddelden, standaarddeviaties, F- en p-waarden voor de komborden en het rode klinkervlak voor locatie 2b, richting Hoogcruts.*

	Mediaan voor	Mediaan na	z-score*	<i>p</i>
Vertragen	0,000	0,000	-0,403	0,687
* Wilcoxon signed-ranktest				

Tabel D.30. *Mediaan, z- en p-waarden voor de comfortscores voor de komborden en het rode klinkervlak voor locatie 2b, richting Hoogcruts.*